

1.-INTRODUCCIÓN

La capacidad de supervivencia y las posibilidades de desarrollo del transporte están condicionadas por la robustez del sector para adaptarse a los cambios del entorno, por su capacidad para introducir modificaciones en el mismo y por la forma en que el sector y todos los actores corresponsables desplieguen sus recursos y capacidades.

En la actual coyuntura socio-económica, parece especialmente oportuno reflexionar sobre los temas que condicionarán el desarrollo futuro del transporte por carretera.

Uno de los temas estratégicos que el documento “Retos del transporte por carretera” propone analizar es el de las interacciones de los vehículos pesados con la carretera.

Para buscar alternativas estratégicas, primero es imprescindible conocer la información que manejan los expertos.

En los últimos años, coincidiendo con la crisis, se han publicado análisis parciales y han tenido lugar foros específicos sobre diversos aspectos de las interacciones vehículo pesado-carretera y sobre las estrategias actuales de gestión puestas en marcha en diferentes países

A la vista de los diversos análisis y estudios existentes, en el presente documento hemos recopilado y sintetizado, con un objetivo fundamentalmente divulgativo-formativo, los aspectos que caracterizan el “estado de la cuestión”.

Se reponen tres ámbitos de innovación en la gestión de las interacciones vehículo pesado-carretera:

- ❖ El derivado de los condicionantes relacionados con los vehículos,
- ❖ El derivado de los condicionantes relacionados con la coexistencia de diferentes tipos de vehículos en el flujo mixto.
- ❖ El derivado de los condicionantes propios de la vía. Junto con la revisión de los aspectos más relevantes.

2.-ANTECEDENTES

Un Estudio del efecto del tráfico de vehículos pesados en la capacidad vehicular, nos da a conocer de antemano el comportamiento de una carretera o un tramo de ella, con condiciones de circulación prefijadas y reales, para determinar los diferentes regímenes de explotación con el propósito que en base a este tipo de estudio puedan servir como base para una planificación y poder conseguir que la circulación de personas, vehículos y mercancías sea segura, eficiente y económica.

En la Ingeniería de Tráfico (1930), el objetivo principal fue el de mejorar la explotación de las redes viarias existentes, empleándose posteriormente para la planificación y el proyecto de nuevas vías.

En Ingeniería de Tráfico existen diversos métodos empíricos de análisis que en función de las características de la carretera permiten conocer la capacidad de la misma. De ellos, el principal método es el Manual de Capacidad de Carreteras HCM (Highway Capacity Manual) el cual será la herramienta básica para poder realizar el presente trabajo.

El Manual de Capacidad de las Carreteras (HCM) determina los factores de corrección debido a la presencia de los vehículos pesados en condiciones ideales y posteriormente, estas variables se adaptan en función de las discrepancias que existan entre estas condiciones y las características propias del tramo real de la carretera estudiada o proyectada.

Se entiende por Condiciones Ideales:

- ❖ Carriles con anchura de 3.6 m.
- ❖ Bermas de anchura 1.8 m.
- ❖ Sin obstáculos laterales en los márgenes.
- ❖ Circulación exclusiva de vehículos de tipo turismo.
- ❖ Terreno llano.
- ❖ Sin prohibición de adelantamiento.
- ❖ Sin accesos que interrumpan la circulación.

Se publicó la primera edición del HCM en 1950 por la Oficina de Caminos Públicos de los Estados Unidos, y nació como una guía al diseño y al análisis funcional de las carreteras, siendo el primer documento en cuantificar el concepto de capacidad para medios de transporte.

En 1965, el Concejo para la Investigación del Transporte TRB, (Transportation Research Boards), publicó la segunda edición, bajo la guía de su Comité de la Capacidad de Carreteras, y fue la primera en definir el concepto de nivel de servicio que se ha convertido en la base para determinar la suficiencia de las facilidades de transporte desde la perspectiva de planificación, diseño y operación.

La tercera edición, publicada por el TRB en 1985, reflejó más de dos décadas de investigación comprensiva conducida por una variedad de agencias bajo el patrocinio de varias organizaciones como el Programa Nacional de Cooperativa de Investigación de Carreteras y la Administración de Carreteras Federales. Como un resultado continuo de investigación acerca de la capacidad, se puso al día la cuarta edición del HCM en 1994.

Traducido a varios idiomas, se ha vuelto la norma de referencia sobre procedimientos de capacidad y del nivel de servicio.

Por más de 50 años, el HCM ha cumplido esta meta, ganando un lugar único en el reconocimiento de la comunidad del transporte.

Para producir el HCM 2000, el Comité sobre Carreteras Capacidad y Calidad de Servicio del TRB desarrolló un programa integral de investigación a través del Programa de Cooperativa Nacional de Investigación para Carreteras NCHRP, (National Cooperative Highway Research Program), y el Programa de Cooperativa de Investigación del Tránsito.

El Manual de Capacidad de Carreteras HCM proporciona prácticas e investigaciones del transporte con un sistema consistente de técnicas para la evaluación de la capacidad y determinar el nivel de servicio en carreteras y calles.

El presente trabajo explicará de manera detallada la forma cómo calcular los factores de corrección debido a la presencia de los vehículos pesados en carreteras de dos carriles, a partir de los lineamientos sugeridos en el “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del año 2000 y el “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010) del “Transportation Research Board” (TRB) de los Estados Unidos.

A pesar que las consideraciones iniciales para cada una de las metodologías de cálculo incluidas en ambos manuales son diferentes, resulta importante comparar los resultados obtenidos en cada caso, para tener un panorama más amplio en cuanto a lo que representan la característica de esta vía típica que nos integra provincial y en un contexto nacional puesto que forma parte de la red nacional.

El sistema de carreteras en Bolivia se clasifica en tres grupos de vías de acuerdo a su importancia y nivel de servicio:

- ❖ La Red Fundamental, la Complementaria y la Vecinal.
- ❖ Según el tipo de superficie de rodadura se tienen carreteras con pavimento, grava y de tierra.

De acuerdo al último informe estadístico vial del Servicio Nacional de Caminos (1996) el parque vehicular a nivel nacional es de 524.907 vehículos, de los cuales aproximadamente 65% son livianos, 5% ómnibuses, 14% son camiones y el restante 16% está conformado por motocicletas y otros.

El transporte por carretera juega un rol preponderante en el crecimiento económico de Bolivia, particularmente por constituir un factor crítico para el desarrollo de los sectores productivos, en especial los de agricultura e industria. Así mismo por constituir un medio incuestionable para el desarrollo de la integración física entre los países de la subregión.

La mayoría de carreteras en Bolivia están formadas por dos carriles (uno por sentido), con funciones operacionales que van desde los tipos regionales o locales hasta nacional o troncal.

En Bolivia en muchas de estas vialidades frecuentemente se manifiestan altos porcentajes de demora debido a que los vehículos más rápidos no pueden rebasar a los vehículos más lentos, lo cual ocasiona frustración en los conductores de los vehículos más rápidos y una tendencia a realizar rebases inseguros .

Asimismo, una de las características operativas de la carreteras de dos carriles es la interacción de flujo entre ambos sentidos, ya que el rebase se efectúa a treves del carril opuesto cuando así lo permiten las condiciones geométricas y operativas de la carretera; el problema anterior se acentúan en las pendientes sostenidas o rampas, en la cuales es frecuente la formación de pelotones que hacen más difícil las maniobras de rebase. Lo anterior también es válido para los flujos vehiculares en los que predominan los vehículos ligeros por lo tanto la velocidad promedio de acenso del tránsito en rampas varía principalmente, con la pendiente, la longitud la composición vehicular y las oportunidades de rebase.

3.-FUNDAMENTO TEÓRICO

Las carreteras de dos carriles siguen constituyendo el núcleo fundamental de la red de carreteras nacionales en razón de su longitud y del porcentaje de tráfico que soportan, los estudios e investigaciones sobre las características de su funcionamiento, condiciones de circulación y bases de proyecto deben merecer, por tanto, una atención destacada en el desarrollo de la técnica de carreteras.

La denominada curiosidad intelectual hace necesario profundizar en el contexto de situaciones problemáticas en procura de respuestas que contribuyan a su solución. Es común detectar problema de tráfico de vehículos en la vía FALDA LA QUEÑUA CRUCE SAN LORENZO a distintas horas del día en especial por tránsito de vehículos pesados. Es por ello que debe realizarse un diagnóstico del Nivel de

Servicio que ofrece al usuario esta vía, como elemento de partida que contribuya a estudios posteriores de planeación e intervención de las vías.

Si bien es cierto que Tarija es un Departamento que está en pleno crecimiento, debe generar políticas de desarrollo y alternativas de crecimiento planificado, lo cual amerita realizar estudios en sus diferentes áreas, la falta de un estudio adecuado que relacione el Nivel de Servicio y la Capacidad, como también la relación existente entre las velocidades medias puntuales con el nivel de servicio es que no permiten tomar medidas de hecho en algunas carreteras ya que no sabemos lo que está sucediendo en relación a la calidad de servicio que ésta presta, por lo que no se puede tomar medidas para aumentar las características funcionales y de seguridad de la misma a la vez que no existen parámetros comparativos usando diferentes metodologías para definir el Nivel de Servicio y poder realizar comparaciones en relación a su variación ya que debemos estar siempre en constante actualización que nos permitan relacionar diferentes métodos.

En esta sección se presenta una descripción de algunas de las características fundamentales del flujo vehicular, representadas en sus tres parámetros básicos que pueden ser utilizados para describir el tránsito en cualquier carretera como lo son: volumen o razón de flujo, la velocidad y la densidad. Mediante la deducción de relaciones entre ellas, se puede determinar las características de la corriente de tránsito, y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación o de proyecto. De igual manera, el conocimiento de estas tres variables reviste singular importancia, ya que éstas indican la calidad o Nivel de Servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial. A su vez, estas tres variables pueden ser expresadas en términos de otras, llamadas variables asociadas. El volumen, el intervalo, el espaciamiento, la distancia y el tiempo.

Las tres características principales que se pueden explicar matemáticamente son:

- ❖ La velocidad
- ❖ El volumen o intensidad de tránsito.
- ❖ La densidad

Dentro del gran número de factores que se consideran actualmente para el análisis estructural y diseño de pavimentos, el tránsito vehicular es uno de los más importantes. Su caracterización adecuada es fundamental para poder concebir estructuras de pavimento que sean capaces de ofrecer altos desempeños en términos de durabilidad.

La importancia de ese factor es exponencialmente mayor en vías de alto y muy alto tránsito vehicular, como sucede en los ejes carreteros troncales del País, aunque no exclusivamente, en donde un gran porcentaje de los vehículos son de carga y muy pesados.

3.1.-JUSTIFICACIÓN

Es indispensable en la Ingeniería de tráfico, realizar investigaciones y analizar diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país, ya que no se cuenta con una relación directa entre parámetros como el volumen de tránsito y la capacidad de la vía también se quiere determinar las velocidades y capacidad de vehículos pesados como la variable que describe la calidad de servicio de una vía.

Con los datos en estudio se logrará conocer el factor de corrección debido a la presencia de vehículo pesados, con este factor aplicaremos el método HCM 2000 Y HCM 2010 para realizar la comparación de los dos métodos y analizar la variación de estos factores la misma que con el HCM 2000, a la vez realizar una comparación del nivel de servicio calculado con el HCM (HIGHWAY CAPACITY MANUAL) o manual de capacidades de carreteras 1994 que estima el nivel de servicio (N.S), a partir de la comparación del volumen horario equivalente con el volumen total de la calzada contra el HCM 2000 el mismo que adopta la Velocidad Media de Recorrido (VMR), como variables principales para la estimación del N.S.

Los resultados servirán para que las autoridades competentes tomen en cuenta estas relaciones en la regulación del tráfico ya que nos brindará parámetros directos entre variables como la velocidad y la capacidad o las velocidades medias puntuales y el nivel de servicio pudiendo realizar políticas de mejora para ofrecer un mejor nivel de servicio en carreteras de este tipo.

Directas antes mencionadas y en especial conocer la relación entre dos métodos aplicados por la HCM para este tipo de carreteras.

La necesidad de establecer medidas de regulación en la circulación de los vehículos fue una de las causas que dieron origen en los años treinta a establecer un conjunto de técnicas lo que se denomina INGENIERÍA DE TRÁFICO cuyo objetivo inmediato fue la mejora de la explotación de las redes viarias existentes, pero en pocos años la ingeniería de tráfico también intervino en la proyección de las nuevas carreteras.

Para conocer el funcionamiento del tráfico se hace necesario realizar medidas y estudio en las carreteras existentes, cuyos datos que se obtengan se utilizaran como base para el planteamiento y explotación de las redes viarias, las regulaciones del tráfico y para realizar investigaciones sobre el efecto de los diferentes elementos de la carretera en la circulación de vehículos.

El aporte académico estará orientado a prestar mayor información como material bibliográfico y de consulta ya que con este tipo de estudio permite conocer relaciones (efectos de los vehículos pesados en la capacidad de las carreteras bajo la normativa HCM2000 Y 2010 aplicada al tramo de estudio FALDA LA QUEÑUA CRUCE SAN LORENZO) proporcionando al estudiante de la carrera de Ing. civil un modelo de cómo podemos aplicar estos métodos. Puesto que la universidad como una entidad pionera debe brindar aportes de estudios e investigación a la sociedad y ser parte de este tipo de análisis ya que como estudiantes y futuros profesionales debemos poner en práctica nuestros conocimientos adquiridos en esta superior casa de estudios.

4.-DISEÑO TEORICO.

4.1.-PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1.1.-SITUACION PROBLEMÁTICA

- ❖ Las carreteras de dos carriles siguen constituyendo el núcleo fundamental de la red de carreteras nacionales en razón de su longitud y del porcentaje de tráfico que soportan, los estudios e investigaciones sobre las características de su funcionamiento, condiciones de circulación y bases de proyecto deben merecer, por tanto, una atención destacada en el desarrollo de la técnica de carreteras.
- ❖ La denominada curiosidad intelectual hace necesario profundizar en el contexto de situaciones problemáticas en procura de respuestas que contribuyan a su solución. Es común detectar problema de tráfico de vehículos en la vía FALDA LA QUEÑUA a distintas horas del día en especial por tránsito de vehículos pesados. Es por ello que debe realizarse un diagnóstico en el FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PRESENCIAS DE VEHÍCULOS PESADOS ofrece al usuario esta vía, como elemento de partida que contribuya a estudios posteriores de planeación e intervención de las vías.
- ❖ Si bien es cierto que Tarija es un Departamento que está en pleno crecimiento, debe generar políticas de desarrollo y alternativas de crecimiento planificado, lo cual amerita realizar estudios en sus diferentes áreas, la falta de un estudio adecuado que relacione el factor de corrección debido a la presencia de vehículos pesados , como también la relación existente entre las velocidad con el nivel de servicio es que no permiten tomar medidas de hecho en algunas carreteras ya que no sabemos lo que está sucediendo en relación a la calidad de servicio que ésta presta, por lo que no se puede tomar medidas para aumentar las características funcionales y de seguridad para definir el Nivel de Servicio y poder realizar comparaciones en relación a

su variación ya que debemos estar siempre en constante actualización que nos permitan relacionar diferentes métodos.

4.1.2.-PROBLEMA

¿Cuáles son las consecuencias en el tramo de estudio FALDA LA QUEÑUA-CRUCE SAN LORENZO si no tomamos en cuenta el FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PASADOS EN LA CAPACIDAD VEHICULAR?

5.-OBJETIVOS

5.1.-OBJETIVO GENERAL

Analizar la incidencia del factor de corrección debido a la presencia de los vehículos pesados aplicado a tramo FALDA LA QUEÑUA-CRUCE SAN LORENZO mediante la aplicación de la normativa HCM 2000 y 2010 con la finalidad de establecer si existe diferencias sustanciales.

5.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Un estudio bibliográfico sobre la capacidad vehicular en carreteras en Bolivia-Tarija.
- ❖ Realizar mediciones de volúmenes de tráfico en tramos determinados en el tramo de estudio.
- ❖ Analizar los factores externos que afectan la capacidad de las carreteras en el tramo Falda La Queñua- San Lorenzo.
- ❖ Establecer la capacidad y el nivel de servicio en carreteras de dos carriles en el tramo Falda La Queñua- San Lorenzo.
- ❖ Realizar el análisis de correlación entre la capacidad de servicio y la velocidad puntual en el tramo Falda La Queñua- San Lorenzo.

Realizar la comparación del factor de los vehículos pesados, con el manual de capacidad usando la metodología HCM 2000 (HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000) y el HCM 2010 (HIGHWAY CAPACITY MANUAL

2010), para ver los aspectos por la modificación metodológica en el proceso del cálculo.

- ❖ Establecer conclusiones y recomendaciones del estudio realizado en el tramo Falda La Queñua- San Lorenzo

6.-ALCANCE

6.1.-ALCANCE DEL CAPÍTULO I

En este capítulo estará todo lo referido al proyecto desde la introducción fundamento teoría, cronograma, pero lo más importante el diseño teórico y el diseño metodológico del proyecto.

6.2.-ALCANCE DEL CAPÍTULO II CAPACIDAD VEHICULAR EN CARRETERAS

Este capítulo está más relacionado con la importancia los vehículos pesados y los factores que influyen en su capacidad y la metodología para determinar la capacidad.

6.3.-ALCANCE DEL CAPÍTULO III EL HCM 2000 Y HCM 2010 Y SU UTILIZACIÓN

Este parte se describirá las principales características de la versión del HCM 2000 y HCM 2010 en carreteras de dos carriles y el diseño metodológico que se usará en el proyecto.

6.4.-ALCANCE DEL CAPÍTULO IV APLICACIÓN Y PRÁCTICA

Este capítulo se llevará a cabo la aplicación teórica y práctica y la aplicación de los métodos evaluación del efecto del tráfico de vehículos pesados aplicando los métodos HCM 2000 y 2010 y comparando los resultados.

6.5.-ALCANCE DEL CAPÍTULO V CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Una vez realizado los cálculos se analizará el resultado en función a los valores y una tabla comparativa del método de HCM 2000 y 2010 y se llegará a una conclusión de cuál de las dos está la mejor alternativa y cuando varían los dos métodos.

Se llegará a recomendar una vez aplicando las fórmulas tablas de los dos métodos y se verá la forma ordenar en forma secuencial como podemos manipular mejor los método HCM 2000 y HCM 2010.

6.6-ALCANCE GENERAL.-

Las tareas a efectuarse para realizar el presente trabajo estarán relacionadas a realizar aforo volumétrico y de velocidades y luego calcular la velocidad media de los vehículos que circulen por los tramos **“FALDA LA QUEÑUA – CRUCE SAN LORENZO”** como camiones livianos pesados, buses, autos en ambos sentidos el aforo será en horas donde haya mayor incidencia.

Se hará según la normativa A.B.C y el tipo de vehículos que la A.B.C. menciona en su manual luego desglosarlo según los datos que se necesiten para calcular el nivel de servicio y la intensidad.

También se recabarán informaciones necesarias sobre los datos geométricos de la calzada, determinar el nivel de servicio de esta carretera con la aplicación de los dos métodos del Manual de Capacidades de la cuarta edición 2000 y 2010.

7.- MEDIOS Y METODOLOGÍA

7.1.-UNIDAD DE ESTUDIO.-

Evaluación del efecto del tráfico de vehículos pesados en la capacidad vehicular en carreteras aplicado al tramo **“FALDA LA QUEÑUA – CRUCE SAN LORENZO”**

7.2.-POBLACIÓN.-

Todos los tramos ascendentes, descendentes, llanos (planos) y ondulados que se encuentran en el tramo **“FALDA LA QUEÑUA – CRUCE SAN LORENZO”**

7.3.-MUESTRA.-

De toda la población del tramo de estudio determinaremos 15 tramos ascendentes y 15 descendentes para analizar el estudio de aforo y comparar los resultados.

8.-MÉTODO, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTO

Método Teórico-Empírico: Es teórico porque se realizará un análisis y una síntesis de la investigación basada en toda la bibliografía encontrada, y en los datos de campo que serán analizados para luego ser depurados y así llegar a un resultado.

Es empírico; porque se realizarán observaciones y mediciones dentro del trabajo de campo, mediante el cual se encontrarán los datos necesarios para la realización de este proyecto, sin embargo no se realizará experimentación.

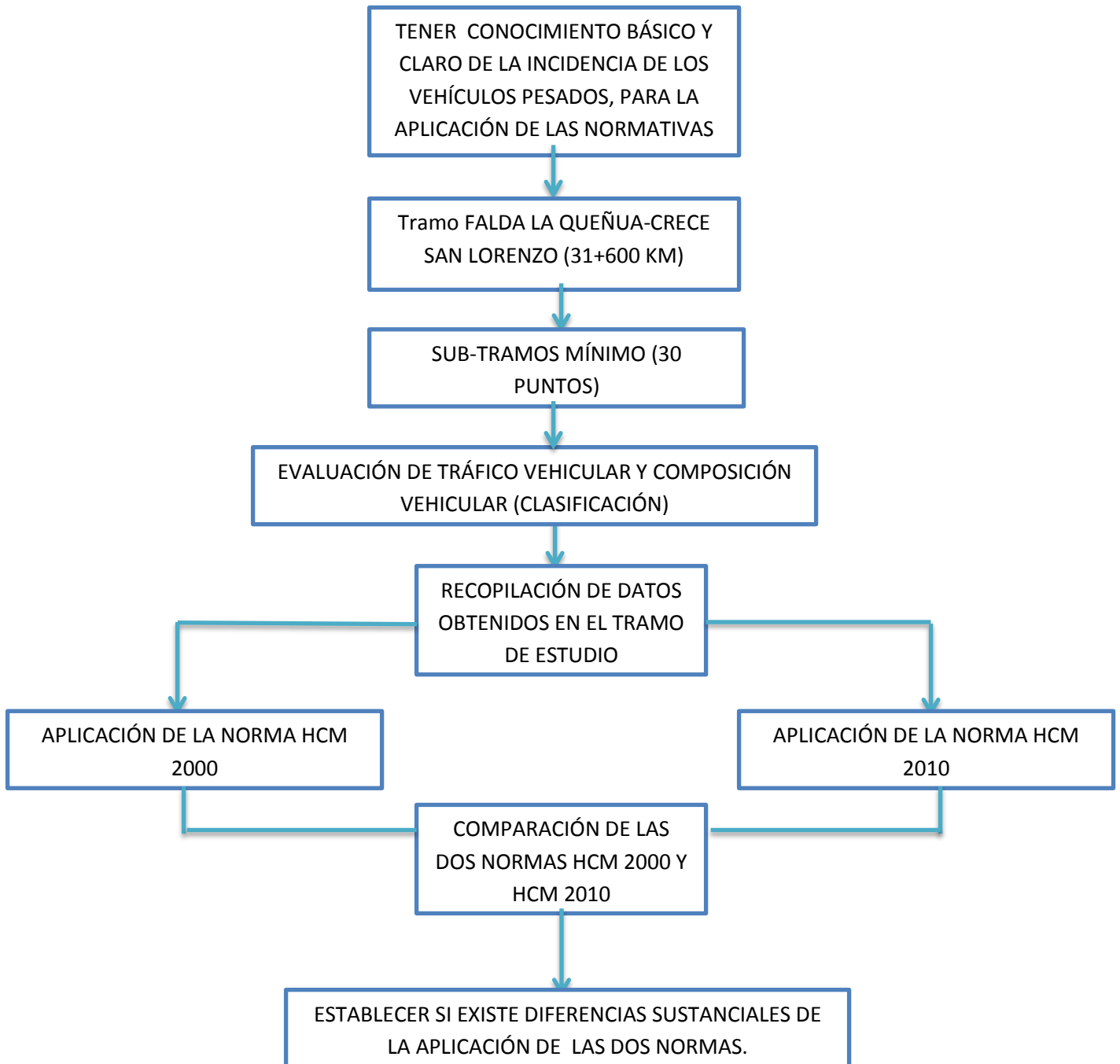
Para lo cual los instrumentos requeridos son los siguientes:

- ❖ Ordenador o computadora.
- ❖ Planillas de aforos.
- ❖ Cronómetro.
- ❖ Calculadora.
- ❖ Cinta métrica.
- ❖ Pintura roja
- ❖ Flexómetro.

Pues bien el presente trabajo estará primeramente orientado a recopilar toda la información que fuese necesaria para tener toda la bibliografía y poder realizar un análisis y síntesis con la bibliografía conseguida también se tendrá que realizar la traducción del documento HCM 2000 y HCM 2010.

Puesto que este documento solo se lo consigue en el idioma de su origen (Inglés), luego se realizará la parte práctica o de aplicación en los tramos seleccionados atreves del aforo de vehículos y la medición de velocidad y las pendientes esta parte es muy importante porque analizaremos con diferentes pendientes en los sub tramos y en los tramos.

8.1.-METODOLOGÍA:



CAPACIDAD VEHICULAR EN CARRETERAS

2.1.-Introducción

Un objetivo principal del análisis de la capacidad, es estimar el número máximo de vehículos que una carretera puede acomodar con razonable seguridad durante un período específico de tiempo. Sin embargo, las carreteras generalmente operan pobremente o cerca de la capacidad, son raras las planificadas que operan en el rango correcto.

En consecuencia, el análisis de capacidad también estima el aumento de tránsito que una carretera puede acomodar mientras mantiene su nivel de operación prescrito.

La capacidad es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. Asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto en análisis.

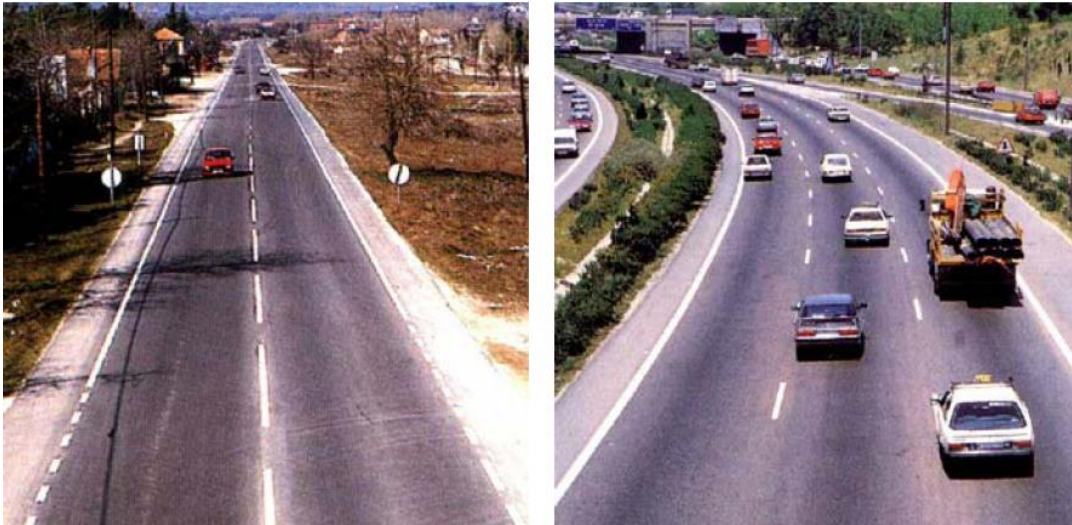
Las condiciones prevalecientes de la carretera se refieren a características geométricas como el número y uso de carriles, ancho de hombro, configuración de carriles y el alineamiento horizontal y vertical.

El flujo máximo del tránsito de una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. Esto regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, la hora pico es el período más crítico. La capacidad frecuentemente se mide en vehículos por hora (veh/hr).

2.2.-Capacidad vehicular en Carreteras

2.2.1.- Factores que influyen en la capacidad

Las infraestructuras para flujo ininterrumpido no tienen elementos fijos, tales como curvas que sean externas al flujo de tráfico y que puedan interrumpir este flujo. Las carreteras de dos carriles (bidireccionales) también pueden operar como flujo ininterrumpido durante largos segmentos entre puntos donde existen interrupciones fijas.

FIGURA 2.2.1.1 Flujo vehicular

Fuente: Manual de carreteras (Luis Bañón Blázquez, y José F. Beviá García).

2.2.1.1.-Condiciones ideales

Muchos de los procedimientos utilizados proporcionan unas formulaciones sencillas para un conjunto de condiciones definidas como estándar (ideales), que deben corregirse para tener en cuenta las condiciones prevalecientes que no coincidan con ella. En principio, una condición es ideal cuando su mejora no produce un incremento en la capacidad. En estas condiciones se presume buen clima, pavimento en buen estado, usuarios “racionales” y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo.

Condiciones de la vía o la infraestructura

Las condiciones que afectan a la vía comprenden las condiciones geométricas y los elementos del proyecto. Estos factores son los siguientes:

El tipo de vía y el medio urbanístico en que está inmersa

- ❖ La anchura de carril
- ❖ El ancho de las bermas y los despejes laterales
- ❖ La velocidad de proyecto
- ❖ El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical
- ❖ La disponibilidad de espacio para esperar en cola en las intersecciones

2.2.1.2.-Condiciones del tránsito

Las condiciones del tránsito que influyen la capacidad y los niveles de servicio son el tipo de vehículo y las distribuciones de los vehículos entre carriles.

Se definen como vehículos pesados aquéllos que tienen más de cuatro ruedas sobre el pavimento. Se agrupan en tres categorías: camiones, vehículos recreativos y autobuses.

Además de la composición vehicular, se tiene en cuenta el reparto por sentidos de circulación, que es especialmente crucial en vías de dos carriles, donde las condiciones ideales se producen cuando la distribución es 50/50 (50% en cada sentido). La distribución entre carriles y entre calzadas en estructuras multicarril y autopistas es importante, ya que en estos casos el análisis se hace en forma independiente para cada sentido de circulación.

FIGURA 2.2.1.2.1 tránsito medio



Fuente: HCM 2000

2.2.1.3.-Condiciones de control

En vías para circulación continuas el control y normas que afectan significativamente la capacidad y los niveles de servicio, como la justificación de estacionar las restricciones para el rebase, la prohibición de giros, los sentidos de circulación permitidos.

2.2.1.4.-Sección transversal

Los carriles angostos forzan a los conductores a manejar lateralmente cerca uno de otro, tanto como les sea confortable. Los conductores compensan el manejar confortable reduciendo la velocidad. Esto hace que la capacidad de la carretera decline, así como el nivel de servicio de la misma. Las restricciones laterales al conducir tienen efectos similares.

Los conductores manejan temerosos cerca de una barrera o talud lateral dentro de la carretera que están lo suficientemente cerca para imponer un riesgo obvio al conductor. Al suceder esto, los conductores se mueven cerca a los vehículos del carril lateral, la compensación normal es manejar más despacio o dejar largas distancias entre los vehículos del mismo carril, lo cual repercute en el nivel de servicio nuevamente de la carretera.

FIGURA 2.2.1.4.1 Sección transversal



Fuente: Propia

2.2.1.5.-Trazado y geometría de la vía:

Las carreteras y caminos son obras tridimensionales, cuyos elementos quedan definidos mediante las proyecciones sobre los planos ortogonales de referencia: planta, elevación y sección transversal.

El elemento básico para tal definición es el eje de la vía, cuyas proyecciones en planta y elevación definen la planta y el alineamiento vertical respectivamente.

Estos ejes en planta y elevación, deben cumplir con una serie de normas y recomendaciones. Éstas pretenden conciliar la conveniencia económica de adaptarlos lo más posible el terreno, con las exigencias técnicas requeridas para posibilitar

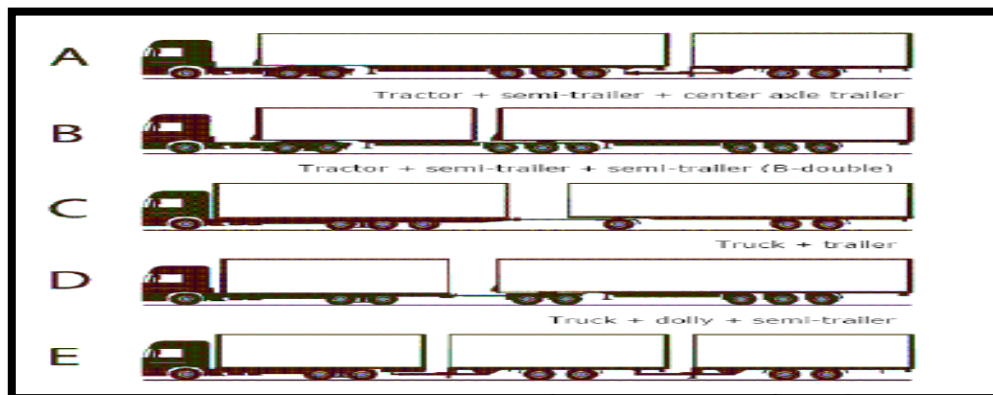
Desplazamiento seguro de un conjunto de vehículos a una cierta velocidad, definida genéricamente como velocidad de proyecto.

La elección y definición de conjunto de elementos de planta y elevación y de sus combinaciones reguladas y normalizadas según una instrucción de diseño, constituye el trazado del eje y por extensión de la carretera. ABC

2.2.1.6.-Vehículos pesados

Un Estudio del efecto del tráfico de vehículos pesados en la capacidad vehicular, nos da a conocer de antemano el comportamiento de una carretera o un tramo de ella, con condiciones de circulación prefijadas y reales, para determinar los diferentes regímenes de explotación con el propósito que en base a este tipo de estudio puedan servir como base para una planificación y poder conseguir que la circulación de personas, vehículos y mercancías sea segura, eficiente y económica.

FIGURA 2.2.1.6.1 Vehículos pesados



Fuente: HCM2000

2.2.1.7.-Importancia de la Capacidad

La capacidad de una infraestructura de transporte refleja su facultad para acomodar un flujo móvil de vehículos o de personas. Es una medida desde el punto de vista de la oferta de una infraestructura de transporte. Las estimaciones de capacidad y nivel de servicio son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones de ingenierías de tráfico y de planeamiento de transporte

El análisis de capacidad da respuesta a cuestiones tales como la calidad de servicio proporcionada por una infraestructura existente durante los períodos de punta y cuál es el incremento de tráfico que todavía puede ser soportado. La capacidad brinda información sobre el tipo de carretera y de instalaciones de transporte colectivo que son necesarias para acomodar un flujo dado de personas así como la cantidad y configuración de carriles para esos distintos niveles de intensidad media diaria en autopistas o carreteras.

La importancia del análisis de capacidad se ve reflejada en la determinación del ancho de aceras o calles de alta capacidad peatonal, y el espacio de espera en las esquinas de las calles de una intersección. Existen cuatro actividades de ingeniería de tráfico fundamentales que dependen del análisis de la capacidad y del nivel de servicio:

- ❖ Cuando se planifican nuevas infraestructuras o se amplían las existentes, se debe determinar sus dimensiones en términos de anchura o de número de carriles.
- ❖ Cuando se consideran instalaciones para su mejora, bien mediante el ensanchamiento o mediante cambios de sus operaciones de tráfico, se deben evaluar sus características operativas y sus niveles de servicio.
- ❖ Cuando se planifican nuevos desarrollos territoriales, se necesitan análisis de capacidad y nivel de servicio para identificar los cambios necesarios de la circulación y de la carretera y para ayudar a definir las responsabilidades de los costes.
- ❖ Los estudios de las condiciones operativas y de los niveles de servicio proporcionan valores base para determinar los cambios a los usuarios de la carretera, en los costes del consumo de combustible, de las emisiones de los agentes polucionadores de aire, y del ruido.

2.2.1.8.-Consideraciones Básicas

Varios puntos importantes de la definición de capacidad merecen una clarificación:

- ❖ La capacidad se define para las condiciones prevalecientes de la carretera, la circulación, y los sistemas de control, que deben ser razonablemente

uniformes para un tramo o instalación completa a analizar. Cualquier cambio en las condiciones prevalecientes supondrá un cambio en la capacidad de la instalación. La definición asume la persistencia de buen clima, unas buenas condiciones del firme, y la inexistencia de incidentes.

- ❖ La capacidad normalmente se refiere a una sección o segmento uniforme de la infraestructura. El análisis de capacidad se lleva a cabo en segmentos de una instalación que tienen condiciones uniformes de la circulación, la vía y los sistemas de control. Dado que la capacidad depende de estos factores, los segmentos que tienen distintas condiciones prevalecientes tendrán, a su vez capacidades diferentes. A menudo la sección o segmento con las peores condiciones de explotación determina los niveles de servicio generales de la misma.
- ❖ La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o de personas durante un período específico de tiempo que, muy a menudo es el período de 15 min. punta.

La capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede darse servicio durante una hora.

Esta definición contempla la posibilidad de variaciones sustanciales en el flujo dentro de una hora y concentra el análisis en los períodos de máximo flujo.

La capacidad se define sobre la base de una “esperanza razonable”. Es decir, una capacidad dada para una instalación es una tasa de flujo que puede ser repetidamente alcanzada durante períodos punta en los que exista suficiente demanda y que puede ser conseguida en instalaciones con características similares. No es la tasa de flujo máxima absoluta jamás.

2.2.1.9.-Capacidad en condiciones ideales

Una condición base o ideal, es una condición óptima estándar específica de referencia, que deberá ser ajustada para tener en cuenta las condiciones prevalecientes. Las condiciones base asumen buen estado del tiempo, buenas condiciones del pavimento, usuarios familiarizados con el sistema vial y sin impedimentos en el flujo vehicular.

Una condición es ideal cuando su mejora no produce incremento alguno de la capacidad. En condiciones ideales se asume la existencia de buen clima, un firme en buenas condiciones, usuarios habituados a circular por la infraestructura concreta en estudio, y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo.

Las siguientes son las condiciones ideales para carreteras de dos carriles en condiciones no restrictivas desde los puntos de vista de las características geométricas de la circulación y del entorno. En concreto son las siguientes:

- ❖ Velocidad de proyecto igual o mayor a 96 km/hr.
- ❖ Anchuras de carriles iguales o superiores a 3,60 m.
- ❖ Arcenes de anchura igual o superior a 1,80 m. entre el borde exterior de la calzada y la obstrucción más cercana u objetos adyacentes a la vía o de la mediana.
- ❖ Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento.
- ❖ Todos los vehículos son "Turísticos" (o vehículos ligeros). Una circulación constituida únicamente por vehículos ligeros
- ❖ Reparto del 50/50 del tráfico según los sentidos de circulación.
- ❖ Ninguna restricción de tráfico principal debida a algún tipo de control o a vehículos que giren. Inexistencia de puntos de acceso directos a lo largo de la carretera
- ❖ Terreno llano.

La capacidad de las carreteras de dos carriles en estas condiciones ideales es de 2.800 veh/hr. Sumando ambos sentidos (total de la calzada). Debe tenerse en cuenta que estas condiciones son ideales únicamente desde el punto de vista de la capacidad y el nivel de servicio y no tienen relación alguna con factores de seguridad o de otro tipo.

2.2.1.10.-Terreno llano

Es toda combinación de alineaciones horizontales y verticales que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros: este terreno incluye en general pequeñas inclinaciones no superiores a 1 ó 2 por ciento.

La condición de terreno llano es una condición ideal para instalaciones dedicadas a flujo ininterrumpido y para accesos a intersecciones, en la mayoría de los análisis de capacidad, las condiciones prevalecientes, no son las ideales, y los cálculos de capacidad deben incluir correcciones predictivas para reflejar la ausencia de estas condiciones ideales.

La velocidad sostenida en rampa es la máxima velocidad sostenida que los vehículos pesados pueden mantener en una alineación larga de una inclinación dada.

En general, al incrementarse la severidad del terreno, se reducen la capacidad y las intensidades. Este impacto es muy significativo en carreteras rurales de dos carriles, donde la severidad del terreno no sólo afecta a las capacidades de circulación de los vehículos individuales dentro de la circulación, sino que también restringe las oportunidades de adelantar a los vehículos lentos de esta circulación.

2.2.1.11.-Anchuras de carril

La anchura de carril y de arcén puede llegar a tener un impacto significativo en la circulación. Los carriles estrechos obligan a los vehículos a circular más cerca uno del otro en sentido lateral de lo que la mayoría de los conductores preferirían. Los conductores compensan esto disminuyendo la velocidad o guardando mayor espaciamiento longitudinal para cada velocidad, lo que reduce realmente la capacidad, la intensidad o ambos

2.2.1.12.-Despejes laterales

En cuanto al despeje lateral, se considera que un despeje total de 3,60 m. o más constituye la situación ideal. Cuando el despeje lateral combinado sea inferior a 3,60 m., tendrá un efecto negativo sobre las velocidades de recorrido. Cuando se reduce la velocidad libre, también lo hace la capacidad.

2.3.-Nivel de servicio en carreteras

2.3.1.-Definición

El concepto de niveles de servicio utiliza medidas cualitativas que caracterizan tanto las condiciones de explotación del tráfico vial como su percepción por los conductores y pasajeros.

Son varios los factores que entran en juego a la hora de definir un concepto tan poco cuantificable como es la calidad de una vía:

- ❖ Velocidad a la que se puede circular por ella.
- ❖ Tiempo de recorrido, o de otra forma, ausencia de detenciones y esperas.
- ❖ Comodidad que experimenta el usuario: ausencia de ruidos, trazados suaves.
- ❖ Seguridad que ofrece la vía, tanto activa como pasiva.
- ❖ Costes de funcionamiento.

Todos estos factores de difícil evaluación pueden relacionarse con dos variables que sí son cuantificables: la velocidad de servicio y el índice de servicio.

2.3.1.1.-Velocidad de servicio: Se define como la mayor velocidad media de recorrido que puede conseguir un conductor que circule por un tramo de carretera en buenas condiciones meteorológicas y bajo unas determinadas condiciones de tráfico. Estadísticamente, es aquella que sólo supera el 5% de los vehículos.

2.3.1.2.- Índice de servicio: Relación entre la intensidad de tráfico y la capacidad de la vía.

Dado un determinado nivel de servicio, se define intensidad de servicio como la máxima posible para que se mantenga un determinado nivel de servicio. Caso de superarse, se entraría en un nivel de servicio más bajo.

El Manual de Capacidad define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos.

Estos niveles se hallan numerados de la A la F, en orden decreciente de calidad.

2.3.2.-Metodología para determinar la capacidad y el nivel de servicio en carreteras

Existen varios métodos para determinar la capacidad y el nivel de servicio en las carreteras citaremos a los que estudiaremos

2.3.2.1.-Método HCM

El procedimiento básico de los manuales de capacidad norteamericanos suele ahora contemplar tres niveles de aplicación:

Análisis de circulación Es la aplicación que requiere mayor precisión y se basa en datos actuales sobre tránsito, vía y regulación. Si interesara conocer el nivel de una vía o parte de ella en condiciones presentes, lo mejor sería medir el parámetro correspondiente en el terreno y olvidarse de las relaciones que ofrece el manual, pero a veces se usa el manual para extrapolar valores del parámetro que se han medido solamente en una parte de la vía cuando interesa conocerlos para toda la vía. La aplicación más útil del análisis de circulación es, sin embargo, cuando se quiere evaluar el efecto de una medida de corto alcance, tal como el cambio de la programación de un semáforo, la adición de un ramal de giro a derecha, o el aumento del radio de una curva en una carretera rural. También se puede medir una variable a lo largo de una vía con un vehículo en movimiento, tal como la velocidad a flujo libre, y utilizar el manual para inferir el nivel de servicio a partir de esa información y de otros datos aislados que se tengan.

Diseño o proyecto. Cuando se diseña una vía, o elementos permanentes de ella que requieran grandes inversiones, se debe garantizar que su utilidad vaya a durar bastante tiempo. Entonces es preciso predecir cuál va a ser la demanda de tránsito en el año para el que se proyecta a fin de satisfacer esa demanda razonablemente. El manual puede determinar algunos elementos de diseño directamente, tales como el número de carriles necesarios, y en otros casos estimar el nivel de servicio que brindaría el diseño propuesto, cuándo se alcanzare su capacidad, y sugerir en muchos casos, los cambios que debían hacerse al diseño para lograr los objetivos propuestos. La precisión de esta aplicación es intermedia debido a la incertidumbre que siempre existe en la predicción de la demanda de tránsito.

Planeación. Esta aplicación se hace generalmente cuando se empieza a planear una vía o un sistema vial y todavía no se conocen con exactitud todos los detalles necesarios. Por ejemplo, es posible que de la demanda de tránsito sólo se conozcan valores estimados del tránsito promedio diario. Por eso es la aplicación menos precisa. El manual norteamericano proporciona procedimientos de planeación que

son menos complicados que los que se aplican para diseño o análisis de circulación, a fin de evitar el uso de refinamientos innecesarios en trabajos de planeamiento preliminar. No obstante, con la difusión del HCM esos procedimientos van perdiendo favor.

Se ha mencionado que los estudios de capacidad generalmente se hacen por períodos de 15 minutos y se suele escoger el cuarto de hora de mayor demanda, dentro de la hora pico para hacer los análisis a fin de estudiar las condiciones peores. El procedimiento del HCS supone que sólo se conoce el volumen de demanda en la hora pico, pero no las variaciones de él dentro de esa hora, y que es posible estimar el factor de pico horario, conociendo las características de la vía que se estudia. Entonces, dividiendo el volumen para toda la hora entre el factor de pico horario se estima el volumen (en veh/hr.) para el cuarto de hora de mayor demanda, Sin embargo, si se conoce la demanda en periodos al menos de 15 minutos es más preciso utilizar el mayor de ellos para hacer el análisis y olvidarse del factor de hora pico.

2.3.2.2.-Método HCM 1985

Durante los años treinta y cuarenta, cuando la ingeniería de tránsito llegaba a la mayoría de edad, hubo gran inquietud por cuantificar el diseño de las vías con respecto al tránsito que iban a servir, y de cierto modo, convertir el arte de la ingeniería de tránsito en una verdadera técnica. La demanda de tránsito, expresada en volumen, debía satisfacerse con una oferta de tránsito expresada también en volumen, que se llamaría capacidad vial. Entonces sería posible diseñar los elementos geométricos y de regulación de la circulación a fin de proporcionar una capacidad, en vehículos por hora, superior a los vehículos por hora que se estimara pasarían por la vía en el año de diseño y evitar que ocurriera la temida congestión de tránsito.

Existían diversos procedimientos teóricos que estimaban la capacidad vial basados en principios racionales, pero el fenómeno comprendía tantas variables desconocidas (especialmente en lo tocante a las reacciones humanas) que se pensó que lo más práctico sería elaborar un procedimiento basado mayormente en datos tomados en el terreno que establecieran relaciones empíricas entre las características del tránsito y las vías, y la capacidad de éstas. En los Estados Unidos, la tarea de crear ese procedimiento fue acometida por el “Bureau of Public Roads” (que hoy se llama

“Federal Highway Administration”) y fue dirigida por el ingeniero Olav Koch Normann. El fruto de esa labor fue el primer “Manual de Capacidad Vial” norteamericano

(“Highway Capacity Manual” o “HCM”) que vio la luz en 1950. Su precio: un dólar. El HCM fue un éxito de librería y se tradujo a los principales idiomas del mundo inclusive el castellano. Luego, en 1965 la “Highway Research Board” de los Estados Unidos (que hoy se llama “Transportation Research Board” o “TRB”), con el apoyo del “Bureau of Public Road”, preparó una segunda edición del Manual de Capacidad Vial. Esta versión del manual introdujo el concepto de nivel de servicio. Veinte años después, en 1985, la TRB publicó la tercera edición, y en 1994 editó una actualización de ocho capítulos del HCM. Se proyecta una edición completamente nueva para el sugestivo año 2000.

El organismo que tiene a su cargo la preparación de esos manuales es el Comité de Capacidad Vial de la TRB, que es parte de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos. El comité se compone de una veintena de miembros honoríficos y está integrado por especialistas en capacidad vial que proceden principalmente de entidades gubernamentales, universidades y empresas consultoras de los Estados Unidos y de otros países industrializados. Dirige el comité las investigaciones sobre capacidad vial que realizan consultores patrocinados por la TRB y toma decisiones sobre el material que se va a incorporar al HCM producto de estas investigaciones y de las realizadas o patrocinadas por otras organizaciones.

Paralelamente a la preparación del HCM se han ido elaborando programas informáticos que realizan automáticamente los procedimientos que se van plasmando en el HCM. Estos programas proceden de distintas fuentes, pero los más populares son los llamados HCS (“Highway Capacity Software”) que difunde el Centro McTrans de la Universidad de Florida en los Estados Unidos.

2.3.2.3.-Método HCM 2000

Este capítulo presenta el análisis operacional para segmentos de dos sentidos y para segmentos direccionales en carretera de dos carriles. Los segmentos de dos sentidos pueden incluir secciones extensas de carretera de dos carriles con secciones transversales homogéneas y volúmenes de demanda relativamente constante y mezcla

de vehículos a lo largo del segmento. Los segmentos de dos sentidos pueden ser localizados en terreno plano o terreno ondulado. La carretera de dos carriles en terreno montañoso o con pendientes de 3% o más, para longitudes de 1.0 km o más no pueden ser analizados como segmentos de dos sentidos. En cambio, ellos son analizados como tramos o rampas específicas de ascenso o descenso. Las medidas de comportamiento para la metodología de segmentos de dos sentidos se aplican para ambas direcciones de viaje combinado.

Los segmentos direccionales llevan una dirección de recorrido sobre una carretera de dos carriles con secciones transversales homogéneas y con volúmenes de demanda relativamente constante y mezcla de vehículos. Algún segmento de la vía puede ser evaluado con un procedimiento de segmento direccional, pero el análisis separado por la dirección del recorrido es particularmente apropiado para tramos en pendiente y para carriles de segmentos que contengan carriles de adelantamiento.

Los tipos de segmentos direccionales anexados para las aplicaciones operacionales incluyen segmentos direccionales en terreno plano o terrenos ondulados, rampas específicas de ascenso y descenso. Cuando solo una dirección del recorrido sobre un segmento de dos sentidos es analizado, el procedimiento usado, es el de segmento direccional en plano y terreno ondulado.

Todos los segmentos direccionales en terreno montañoso y todas las pendientes de 3% o más con una longitud o a lo largo de 1.0 km o más, deben ser analizados como rampas específicas de ascenso y descenso.

Para el análisis de rampas específicas de ascenso y descenso, la longitud de la pendiente es una longitud tangencial, más una porción de la curva vertical desde su comienzo hasta el final. Cerca de $\frac{1}{4}$ de la longitud de la curva vertical del comienzo y el final de la pendiente son incluidas. Si dos pendientes (en la misma dirección), son unidos por una curva vertical, una mitad de la longitud de la curva es incluida en cada segmento de la pendiente. La medida de comportamiento determinada por la metodología del segmento direccional se aplica solamente para la dirección de recorrido analizada. Sin embargo, el comportamiento del tráfico medido para el análisis de la dirección está influenciado por la tasa de flujo (intensidad o flujo horario) y las características del tráfico en la dirección opuesta.

El objetivo del análisis operacional es determinar el Nivel de Servicio (LOS) para una facilidad existente o propuesta operando bajo una demanda (volumen) del tráfico actual o proyectado.

2.3.2.4.-Método HCM 2010

Esta sección presenta los detalles de la metodología para carreteras principales de dos vías y documenta su uso en facilidad y las aplicaciones operacionales de análisis.

Este capítulo presenta una metodología operacional de análisis para segmentos direccionales de carreteras principales de dos vías para autos y los ciclistas. Ambas direcciones pueden ser analizadas separadamente sobre la facilidad o segmento para obtener una estimación completa de condiciones de operación.

La metodología del automóvil de este capítulo pone la dirección en el análisis del terreno direccional (el nivelado o el rodamiento) Los segmentos direccionales en calificaciones específicas, y los segmentos direccionales incluyendo pasando y las vías de ascenso del camión.

Todo debe ir en segmentos terreno montañoso, y todas las calificaciones de 3 % o más que cubren una longitud de 0.6 el km o que se repita, debe ser analizado como calificaciones específicas.

La metodología se usa más directamente para determinar los osciladores locales en un segmento direccional uniforme de carretera principal de dos vías estimando las medidas de efectividad que define osciladores locales (el ATS, PTSF, BFFS). Tal análisis también puede usarse para determinar la capacidad del segmento direccional o la tasa de flujo de servicio que se acomodó en cualquier oscilador local dado.

Este capítulo incluye un apéndice que pone la dirección en tratamientos especializados para carreteras principales de dos vías que se evaluó con la metodología básica. Los métodos especiales están también previstos para determinar el impacto de pasar vías o vías de ascenso del camión en segmentos de la carretera principal de dos vías.

LOS Nivel de servicio

HCM (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras

ATS Velocidad promedio de viaje

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

BFFS Velocidad base de flujo libre

EL HCM 2000 Y HCM 2010 Y SU UTILIZACIÓN

3.1.- Introducción.-

El siguiente documento presenta estimaciones de capacidad para carretera de dos carriles, define el LOS para carretera de dos carriles y documenta la metodología para aplicaciones operacionales y de planeación. La Figura 3.2.1.1. Resume la metodología básica para carreteras de dos carriles. El desarrollo de la metodología usó simulación microscópica, datos de campo, y conceptos teóricos. Se proveen procedimientos analíticos para dos aplicaciones, operacionales y planeación. Presenta el análisis operacional para segmentos de dos sentidos y para segmentos direccionales en carretera de dos carriles. Los segmentos de dos sentidos pueden incluir secciones extensas de carretera de dos carriles con secciones transversales homogéneas y volúmenes de demanda relativamente constante y mezcla de vehículos a lo largo del segmento. Los segmentos de dos sentidos pueden ser localizados en terreno plano o terreno ondulado. La carretera de dos carriles en terreno montañoso o con pendientes de 3% o más, para longitudes de 1.0 km o más no pueden ser analizados como segmentos de dos sentidos. En cambio, ellos son analizados como tramos o rampas específicas de ascenso o descenso. Las medidas de comportamiento para la metodología de segmentos de dos sentidos se aplican para ambas direcciones de viaje combinado.

Los segmentos direccionales llevan una dirección de recorrido sobre una carretera de dos carriles con secciones transversales homogéneas y con volúmenes de demanda relativamente constante y mezcla de vehículos. Algún segmento de la vía puede ser evaluado con un procedimiento de segmento direccional, pero el análisis separado por la dirección del recorrido es particularmente apropiado para tramos en pendiente y para carriles de segmentos que contengan carriles de adelantamiento.

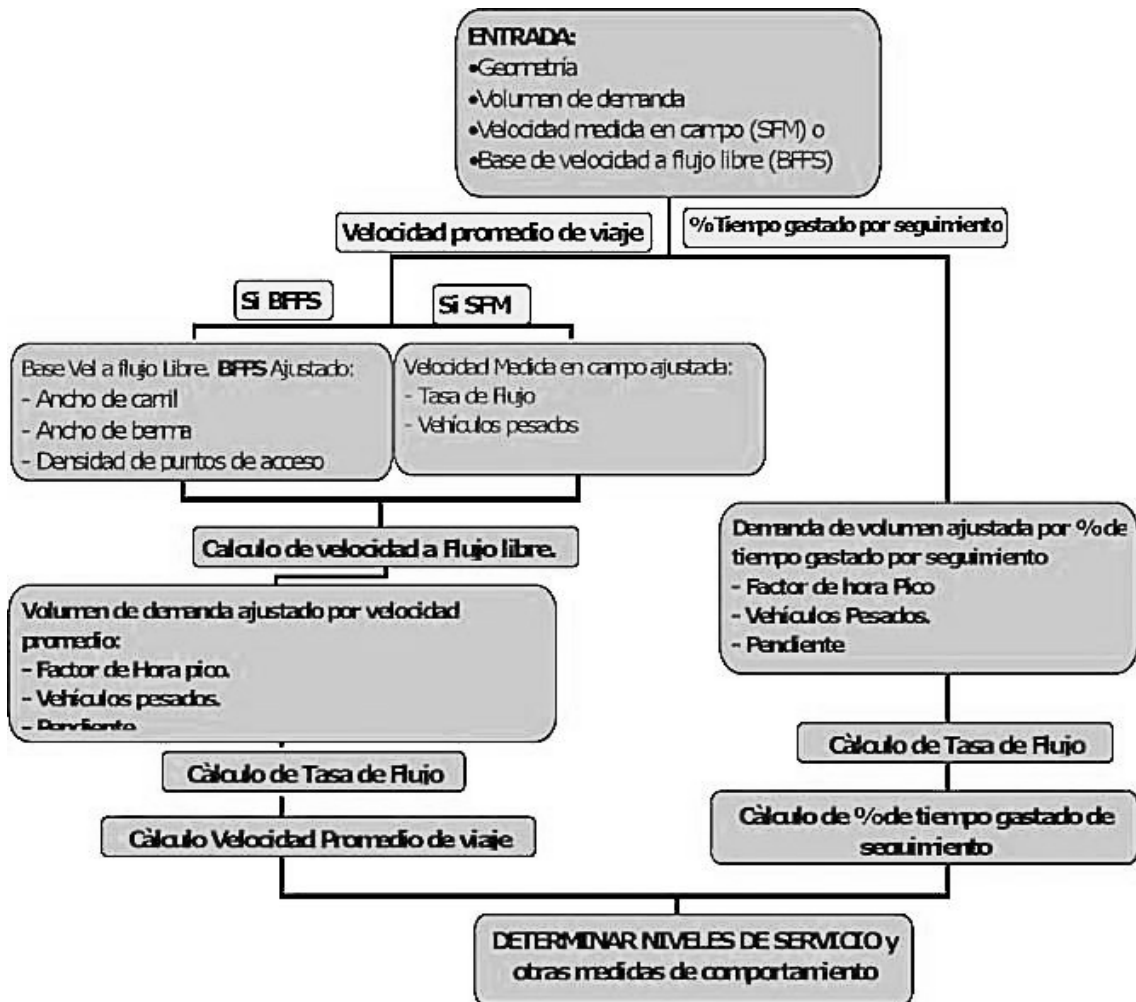
El objetivo del análisis operacional es determinar el Nivel de Servicio (LOS) para una facilidad existente o propuesta operando bajo una demanda (volumen) del tráfico actual o proyectado. El análisis operacional también puede ser usado para determinar la capacidad de un segmento de carretera de dos carriles, o la tasa del flujo de servicio volumen de servicio que puede ser acomodada en cualquier LOS dado.

LOS (Nivel de servicio)

3.2. Principales características de la versión del HCM-2000 en carreteras de dos carriles

3.2.1. Metodología

FIGURA 3.2.1.1. Metodología básica para carreteras de dos carriles



Fuente: HCM 2000

3.2.1.1.-Capacidad

La capacidad de una carretera de dos carriles es 1700 veh/hr para cada dirección de trayecto. La capacidad es cercanamente independiente de la distribución direccional del trafico la facilidad, excepto que para longitudes extensas de carreteras de dos

LOS (Nivel de servicio)

HCM (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras

carriles, la capacidad no excederá de 3200 veh/hr para ambas direcciones de recorrido combinado. Para longitudes cortas de carreteras de dos carriles tales como túneles o puentes una capacidad de 3200 a 3400 veh/hr para ambas direcciones de viaje combinado puede ser conseguida pero no puede ser esperada para una longitud extensa. Esto quiere decir que un volumen mayor de vehículos al de los datos antes descritos, representa un LOS tipo F en la carretera, para lo cual no se necesita hacer ningún tipo de análisis. Para otros niveles de servicio se utiliza el análisis que a continuación se presenta.

3.2.1.2.-Nivel de servicio

La medida del servicio para la Carretera de dos Carriles ya fue definida en capítulos anteriores. Sobre la carretera clase I, la movilidad de eficiencia es máxima, y los LOS está definido en términos de porcentajes tiempo gastado en seguimiento (% de demora en tiempo) y el promedio de la velocidad de recorrido o velocidad media de recorrido (ATS). Sobre la carretera de clase II la movilidad es menos crítica, y los LOS están definidos solo en términos del porcentaje del tiempo gastado en seguimiento (% de demora en tiempo), sin considerar la velocidad promedio de recorrido. Los conductores podrán tolerar altos niveles de porcentaje de demora en tiempo sobre una vía de clase II que sobre una vía de una clase I, porque las vías de la clase II usualmente sirven para viajes cortos y diferentes propósitos de viaje.

Los criterios de LOS para Carretera de dos Carriles en clase I y II están en el Tabla 3.2-1 Tabla 3.2-2 y Tabla 3.2-3 La Tabla 3.2-1 refleja los valores máximos de porcentaje de demora en tiempo y el promedio de velocidad de recorrido para cada uno de los Niveles de Servicio (LOS) de carretera de clase I. Un segmento de una carretera de clase I debe considerar los dos criterios, el porcentaje de demora en tiempo y el promedio de velocidad del recorrido mostrado en la 3.2-2 para ser clasificado en La Tabla 3.2-1 ilustra los criterios de LOS para carreteras clase I. Por ejemplo una Carretera de dos Carriles clase I con porcentaje de demora en tiempo igual a 45% y un promedio de velocidad de recorrido de 65 km/h podrá ser, clasificado como un LOS D, basado en la tabla 3.2-1, Sin embargo, una carretera

LOS (Nivel de servicio)

ATS Velocidad promedio de viaje

clase II con las mismas condiciones podrá ser clasificada como un LOS B basado en la tabla 3.2-3 La diferencia entre estos valores de LOS representa la diferencia en las expectativas de los conductores para las facilidades de clase I y II.

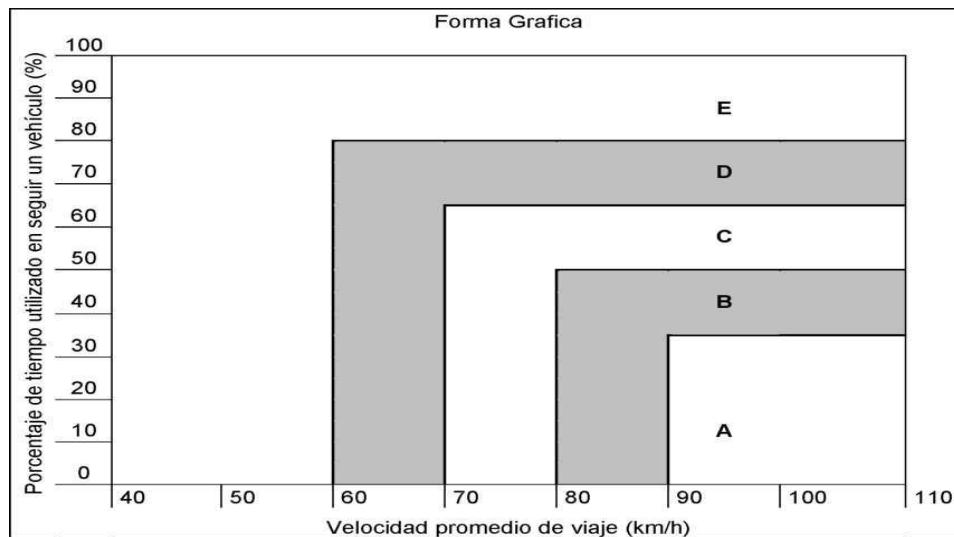
TABLA 3.2-1. Criterio de LOS para carreteras de dos carriles Clase I

Nivel de servicio	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo	Velocidad Promedio de viaje (km/hr)
A	≤ 35	> 90
B	$> 35 - 50$	$> 80 - 90$
C	$> 50 - 65$	$> 70 - 80$
D	$> 65 - 80$	$> 60 - 70$
E	> 80	< 60

Nota: LOS F aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

TABLA 3.2-2. Criterio de LOS para carreteras de dos carriles de Clase I



Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

LOS (Nivel de servicio)

HCM 2000 (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras

TABLA 3.2-3 Criterio de LOS para carreteras de dos carriles de Clase II

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo
A	≤ 40
B	$> 40 - 55$
C	$> 55 - 70$
D	$> 70 - 85$
E	> 85

Nota: LOS F aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

Los criterios del LOS D de la tabla 3.2-1 y a través de la Tabla 3.2-2 aplican para todos los tipos de Carretera de dos Carriles, incluyendo en segmentos de dos sentidos extendidas, segmentos direccionales extendidos, ascensos específicos (rampas), y descensos específicos.

3.2.2.-Limitaciones de la metodología

Algunas carreteras de dos carriles particularmente las que involucran interacciones entre varios adelantamientos o carriles de ascenso son también complejas para ser discutidos con los procedimientos en este capítulo. Para los problemas analíticos más allá del ámbito de este capítulo (ver parte V del manual HCM 2000), el cual describe la aplicación de modelos de simulación para análisis de carreteras de dos carriles. Varias adaptaciones de diseño discutidas en el apéndice A del HCM 2000 Cap. 20 no son tenidas en cuenta para esta metodología como por ejemplo: tratamientos eficaces para aliviar la congestión en el funcionamiento de carreteras dos carriles, como la ampliación de bermas para proporcionar una parada y área de recuperación para los vehículos descompuestos o desubicados, la ampliación de secciones transversales la ampliación del carril permite a los vehículos más rápidos para pasar más lento vehículos, análisis para la creación de cruces a carriles son deseables en lugares seleccionados en carreteras de dos carriles

LOS (Nivel de servicio)

HCM 2000 (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras

3.2.3.-Segmentos en dos sentidos

La metodología de segmentos de dos sentidos estima medidas de operaciones de tráfico a lo largo de una sección de carretera, basado en el tipo de terreno, el diseño geométrico, y las condiciones de tráfico. El terreno está clasificado como plano o como ondulado, como se describe más adelante. El terreno montañoso es descrito en el análisis operacional de rampas específicas de ascensos y descensos enunciado más adelante. Esta metodología típicamente es aplicada para secciones de carreteras de por lo menos de 3.0 Km.

Los datos de tráfico necesarios para aplicar la metodología de segmentos de dos sentidos incluye el volumen de cada hora de las dos sentidos, el factor de hora pico (FHP), y la distribución direccional del flujo de tráfico. El FHP puede ser calculado desde un dato de campo, o tomado por defecto de los valores tabulados. Los datos de tráfico también incluye el porcentaje de camiones y vehículos recreacionales . El análisis operacional de los segmentos extendidos de dos sentidos para una Carretera de dos Carriles involucra varios aspectos, descritos en las siguientes secciones.

3.2.3.1.-Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS)

Una clave en la valoración de los Niveles de Servicio de las Carretera de dos Carriles es determinar la velocidad a flujo libre, FFS. La FFS es medida utilizando la velocidad promedio de tráfico bajo condiciones de flujo bajo (hasta 200 veh/hr en los dos sentidos) si la medida en el campo debe ser hecha con tasas de flujo en los dos sentidos de más de 200 veh/hr debe realizarse un ajuste de volumen cuando se determina la FFS. Este volumen ajustado se discute más adelante.

Dos métodos generales pueden ser utilizados para determinar la FFS para una Carretera de dos Carriles: Medida en campo y estimada con pautas previstas en este capítulo. El procedimiento de medición de campo ayudada mediante la recolección de estos datos directamente o incorporando las medidas dentro de programas de monitoreo de velocidad. Sin embargo, las medidas de campo no son necesarias para un análisis operacional – La FFS puede ser estimada desde unos datos de campo y

conocimientos del usuario de las condiciones y características de la carretera.

3.2.3.1.1.-Velocidad a Flujo Libre Medida en Campo FFS

La FFS de una carretera puede ser determinada directamente desde un estudio de velocidad dirigido en el campo. No se hacen ajustes para los datos de medida de campo. El estudio de velocidad debe ser realizado en una localización representativa dentro del segmento de la carretera que está siendo evaluada; por ejemplo, un sitio sobre un ascenso corto no debe ser seleccionado dentro de un segmento que está generalmente en terreno plano. Cualquier técnica de medida de velocidad aceptable para otros estudios de ingeniería de velocidad de tráfico puede ser usada. El estudio de campo debe ser realizado en periodos de baja circulación de tráfico (menos de 200 veh/hr para los dos sentidos de circulación) y debe ser medida la velocidad de todos los vehículos o de un muestreo sistemático (ejemplo, de cada décimo vehículo). Una muestra representativa de la velocidad debe ser obtenida de al menos cien vehículos. Además orientación sobre estudios de velocidad es encontrado en textos de ingeniería de tráfico estándar tales como el Manual de Estudios de Ingeniería de Transporte.

Si el estudio de velocidad debe ser realizado para una tasa de circulación en los dos sentidos de más que 200 veh/hr, la FFS puede ser hallada usando la relación entre la circulación y la velocidad mostrada en el capítulo 12, del HCM asumiendo que los datos sobre los volúmenes de tráfico son registrados al mismo tiempo. La FFS puede ser calculada con base en los datos de campo como se muestra en la Ecuación 4.3-1

Ecuación 4.3-1.

$$FFS = S_{FM} + 0.0125 * \frac{V_f}{f_{HV}}$$

Donde: FFS = Velocidad a flujo libre estimada (Km/hr)
 S_{FM} = Velocidad media del tráfico medida en el campo (Km/hr)
 V_f = Tasa de flujo observada en el periodo en que el dato del campo fue obtenido (veh/hr),
 f_{HV} = Factor de ajuste de vehículo-pesado, determinado como se muestra en la ecuación 4.3-4.

FFS Velocidad de flujo libre
 HCM (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras
 f_{HV} Factor de ajuste de vehículos pesados

Si la medida del campo de la carretera no está disponible, los datos tomados en una vía similar pueden ser usados. El camino sustituto debe ser similar con respecto a las variables que afectan la FFS, las cuales están identificadas en este capítulo. Agencias de Carreteras con continuos programas de monitoreo de velocidad o con datos de velocidad o archivos puede preferirse para usar estos más que conducir un nuevo estudio de velocidad o usar estudios estimados indirectos.

Sin embargo, estos datos deben ser usados directamente sólo si la recolección está de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente.

3.2.3.1.2.-Velocidad a Flujo Libre Estimada, FFS.

La FFS puede ser estimada indirectamente si los datos del campo no están disponibles. Este es un gran reto sobre las Carretera de dos Carriles que sobre otros tipos de vías de circulación ininterrumpidas porque la FFS de la Carretera de dos Carriles pueden tener un rango desde 70 a 110 km/hr. Para estimar una FFS, el análisis debe caracterizar las condiciones de operación de la facilidad en términos de una base de velocidad a flujo libre (BFFS), (por sus siglas en inglés, *base free flow speed*) que refleje las características del tráfico y la geometría de la vía. Porque, el rango límite de las condiciones de velocidad sobre una Carretera de dos Carriles y la importancia de factores locales y regionales que influyen en las velocidades deseadas por el conductor, no influyen sobre la estimación de la BFFS.

Los estimados de la BFFS pueden ser desarrollados basado sobre los datos de la velocidad y los conocimientos locales de condiciones de operaciones sobre facilidades similares.

La velocidad de diseño y la velocidad límite permitido de la facilidad pueden ser consideradas en la determinación de la BFFS; Sin embargo, la velocidad de diseño y los límites de velocidades para muchas facilidades no son basados sobre las condiciones de operaciones actuales.

Una vez la BFFS es estimada los ajustes pueden ser hechos por la influencia del ancho del carril, del ancho de berma, y densidad de punto de acceso. La FFS es estimada usando la ecuación 4.3-2.

Ecuación 4.3-2

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

FFS = Velocidad a flujo Libre estimada (km/h);

BFFS = Velocidad base de flujo libre FFS (km/hr);

f_{LS} = Ajuste debido al ancho del carril y al ancho de berma, según tabla 3.2-4

f_A = Factor de ajuste para puntos de acceso, según tabla 3.2-5

TABLA. 3.2-4 Ajuste (f_{LS}) por ancho de carril y arceles

Ancho de carril (m)	Reducción de la FFS (km/hr)			
	Ancho de hombro (m)			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
$2.7 < 3.0$	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

El primer ajuste para la FFS estimada relaciona los efectos del carril y el ancho de la berma. Las condiciones bases para Carretera de dos Carriles requiere 3.6 m de ancho de carril y 1.8 m de ancho de berma. La Tabla 18 lista los ajuste para la FFS estimada para carriles y bermas angostos.

El dato del Tabla 3.2-4 indica, por ejemplo, una Carretera de dos Carriles con 3.3 m de carril y un ancho de berma completo tiene un FFS que es 0.7 km/hr menos que una carretera con un carril base y con bermas amplias. Similarmente, una Carretera de dos

FFS Velocidad de flujo libre

BFFS Velocidad base de flujo libre

Carriles con 3.6 m de carril y 0.6 m de bermas tiene un FFS 4.2 Km/hr menos que una carretera con carril base y amplias bermas.

La Tabla 3.2-5 lista los ajustes para densidad de puntos de acceso por kilómetro. Los datos indican que cada punto de acceso por kilómetro disminuye la FFS estimada en cerca de 0.4 km/hr. La densidad de puntos de acceso es hallada dividiendo el número total de interacciones y vías de acceso en ambos lados del segmento del camino por la longitud del segmento en kilómetros.

Una intersección o acceso de camino debe ser incluido solo si ésta influye en la circulación del tráfico; puntos de acceso no notados por el conductor o con una pequeña actividad no deben ser incluidos.

TABLA 3.2-5 Ajuste (fA) para densidad de puntos de acceso

Puntos de acceso por km	Reducción de la FFS (km/hr)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
> 24	16.0

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

Si un segmento de carretera contiene curvas horizontales cerradas con velocidades de diseño especialmente por debajo del resto del segmento este puede ser ideal para determinar la FFS separadamente para curvas y tangentes y cálculos de promedio pesados de la FFS para un segmento como para todo completo.

Los datos para la relación de FFS en este capítulo incluyen ambos, viajes regulares y viajes no regulares. No hubo diferencias significativas entre los dos. Sin embargo, se espera que conductores regulares puedan usar una facilidad más eficientemente que los usuarios recreacionales y otros conductores ocasionales. Si el efecto de una población de conductores es considerable, la FFS debe ser medida en el campo. Si los valores de campo no pueden ser hechos, se debe seleccionar una FFS para reflejar el

FFS Velocidad de flujo libre

BFFS Velocidad base de flujo libre

efecto anticipado de la población de conductores. Precaución que debe ser tomada para no subestimar la BFFS de una carretera por la exageración del efecto de una población de conductores dado.

3.2.3.2.-Determinación de la demanda de tasa de flujo. VP.

Se deben hacer tres ajustes para determinar el volumen de demanda horaria, si se basan en conteos de tráfico o en estimaciones, se llega a la tasa de flujo de vehículos livianos equivalente, usado en los análisis de Niveles de Servicio. Estos ajustes son el FHP, el factor de ajuste por pendiente fG, el factor de ajuste de vehículo-pesado, fHV. Estos ajustes son aplicados de acuerdo a la ecuación 4.3-3.

Ecuación 4.3-3

$$V_P = \frac{V}{FHP * fG * fHV}$$

Donde:

V_p = Tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el periodo pico de 15 min (veh/hr),

V = Demanda de volumen para una hora pico completa (veh/hr).

FHP = Factor de hora pico.

fG = Factor de ajuste por pendiente según las tablas 3.2-6 y 3.2-7, y

fHV = Factor de ajuste debido a los vehículos pesados, según ec.4.3-4.

3.2.3.2.1.-Factor de hora pico FHP

Representa la variación en el flujo de tráfico dentro de una hora. El análisis de la carretera principal de dos vías se basa sobre los flujos de demanda para un periodo de 15 min dentro de una hora de análisis de la hora pico.

Para análisis operacional, los volúmenes de demanda de hora completa deben ser convertidos a tasa de flujo con base en el periodo pico de 15 min. , como se muestra en la ecuación 4.3-3

BFFS Velocidad base de flujo libre

VP Tasa de flujo equivalente en vehículos livianos

FHP Factor de hora pico

fG Factor de ajuste debido al grado de inclinación

fHV Factor de ajuste debido a los vehículos pesados

3.2.3.2.2.-Factor de ajuste por Pendiente (fG)

El fG tiene en cuenta el efecto del terreno sobre las velocidades de los vehículos y el porcentaje de tiempo de seguimiento (demora), aún si no hay vehículos pesados presentes. Los valores del fG son listados en el Tabla 3.2-6 para un estimativo de velocidades de recorrido promedio y en el Tabla 3.2-7 para estimativos de porcentaje de tiempo de seguimiento. (DEMORA EN TIEMPO)

TABLA. 3.2-6 Factor de ajuste por pendiente (fG) para determinar Velocidades en segmentos en dos sentidos y segmentos direccionales

Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
		Nivelado	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.71
> 600 -1200	> 300 -600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

TABLA. 3.2-7 Factor de ajuste por pendiente (fG) para determinar porcentaje de tiempo de seguimiento en segmentos en dos sentidos y direccional.

Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
		Nivelado	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
> 600 -1200	> 300 -600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

3.2.3.2.3.-Ajuste por vehículos pesados (fHV)

La presencia de vehículos pesados en el tráfico disminuye la FFS, porque la base de condiciones de tráfico es asumido solamente para carros-pasajeros- una rara ocurrencia. Además, los volúmenes de tráfico deben ser ajustados para una tasa de flujo equivalente expresada en los vehículos livianos por hora, este ajuste se realiza usando el factor fHV.

El ajuste por la presencia de vehículos pesados en el tráfico se aplica para dos tipos de vehículos: Camiones y RVS. Los buses no deben ser tratados como un tipo separado de vehículo pesado, pero deben ser incluidos con los camiones. El factor de ajuste de los vehículos pesados requiere dos adelantamientos. Primero, se debe hallar el factor equivalente de vehículo - liviano para camiones (E_T) y para RVS (E_R) para las condiciones actuales de operación. Entonces, usando estos valores, un factor de ajuste debe ser calculado para corregir todos los vehículos pesados en el tráfico.

Los equivalentes vehículo liviano para segmentos extendidos de dos sentidos, son determinados desde el Tabla 3.2-8 para velocidades estimadas y desde la Tabla 3.2-9 para el porcentaje estimado tiempo de seguimiento. El terreno de segmento de dos sentidos extenso debe ser categorizado como plano u ondulado.

Terreno Plano:

El terreno plano, es una combinación del alineamiento horizontal y vertical permitiendo que los vehículos pesados mantengan aproximadamente la misma velocidad como un vehículo liviano; estos generalmente incluyen pendientes cortas de no más de 1 o 2 %.

Terreno Ondulado:

El terreno ondulado es cualquier combinación de alineación horizontal y vertical que causa disminución de la velocidad de los vehículos pesados substancialmente por debajo de los vehículos livianos. Pero no para operar a marcha lenta de velocidad

fHV Factor de ajuste debido a los vehículos pesados

RVS Vehículos recreacionales.

E_R Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

E_T Equivalente de número de vehículos por camión

para un espacio significativo de tiempo o frecuencia de intervalos; generalmente, este incluye longitudes de pendientes cortas y medianas de no más del 4%. Los segmentos con longitudes substanciales de más de una pendiente de 4% deben ser analizados con un procedimiento de pendiente específica para segmentos direccionales.

TABLA 3.2-8 Equivalencias de vehículos livianos para pesados ET y recreacionales ER para determinar velocidades en segmentos en dos sentidos y segmentos direccionales.

Tipo de Vehículo	Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
			Nivelado	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.7	2.5
	> 600 -1200	> 300 -600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.1
	> 600 -1200	> 300 -600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

TABLA 3.2-9 Equivalencias de vehículos livianos para pesados ET y recreacionales ER para determinar tiempos de seguimiento en segmentos en dos sentidos y segmentos direccionales.

Tipo de Vehículo	Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
			Nivelado	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	> 600 -1200	> 300 -600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	> 600 -1200	> 300 -600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

ET Equivalente de número de vehículos por camión

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

HCM (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras

Factor de Ajuste de Vehículos Pesados

Una vez los valores de ET Y ER han sido determinados, el ajuste del factor para vehículos pesados es calculado usando la ecuación 4.3-4.

Ecuación 4.3-4

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + PT * (ET - 1) + PR * (ER - 1)}$$

Donde:

PT = Proporción de caminos en la tráfico de tráfico, expresado en decimal;

PR = La proporción de RVs en la tráfico de tráfico, expresado como un decimal;

ET = Equivalencia de pasajero-carro por camión, obtenido de la Tabla 3.2-8 o Tabla 3.2-9; y

ER = Equivalente del número de vehículos por vehículo recreacional, obtenido de la Tabla 3.2-8 o Tabla 3.2-9;

Cálculos Iterativos

En la Tabla 3.2-6 a la Tabla 3.2-9 el factor de ajuste por pendiente f_G y la equivalencia de vehículo - liviano para camiones (ET) y RVs (ER) son estratificados por tasa de flujo expresada en vehículo - liviano por hora. Sin embargo, hasta que la ecuación 4.3-3 es aplicada, la tasa de flujo en vehículo - liviano por hora es desconocida. Además, debe ser aplicada una aproximación Interactiva para determinar la tasa de flujo equivalente en vehículo - liviano V_p , para cada velocidad de recorrido promedio y porcentaje de tiempo en seguimiento.

Primero, se determina la tasa de flujo, en vehículos por hora, como Veh/FHP.

Segundo, se seleccionan valores de f_G , ET, y ER apropiado para la tasa de flujo de las tablas. Entonces, se determina V_p desde estos valores usando las ecuaciones 4.3-3 y 4.3-4

f_G Factor de ajuste debido al grado de inclinación
 f_{HV} Factor de ajuste debido a los vehículos pesados
 RVS Vehículos recreacionales
 VP Tasa de flujo equivalente en vehículos livianos

Si el valor calculado de V_p es menor al límite superior del rango de tasa del flujo seleccionado para la cual f_G , ET , y ER fueron determinados, entonces el valor del cálculo de V_p debe ser usado. Si la V_p es más alta que el límite superior del rango de tasa del flujo, repita el procedimiento para rangos mayores sucesivamente hasta que un valor aceptable de V_p es hallado. Porque el rango más alto incluye todas las tasas de flujo mayores que 1200 veh/hr en ambas direcciones de trayecto combinado, éstos pueden ser usados si el valor calculado excede el límite superior de ambos rangos de tasa de flujos bajos.

3.3.3.3.-Determinación de la Velocidad Promedio de Recorrido, ATS.

La velocidad promedio de recorrido ATS, es estimada desde la FFS, la demanda de tasa de flujo, y un factor de ajuste para el porcentaje de zonas de no adelantamiento. La demanda de la tasa de flujo para un ATS es determinada con la ecuación 4.3-3 usando el valor de la fHV calculado con la equivalencia de vehículos - liviano en la Tabla 3.2-10 La ATS es entonces estimada con la ecuación 4.3-5.

Ecuación 4.3-5

$$ATS = FFS - 0.0125V_p - f_{np}$$

Donde:

ATS = Velocidad Promedio de Recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (Km/hr)

f_{np} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento (ver Tabla 3.2-10), y

V_p = La tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano para un periodo pico de 15min. (Veh/hr).

La FFS usada en la ecuación 4.3-5 es el valor estimado con la ecuación 4.3-1 o 4.3-2. El ajuste para el efecto del porcentaje de la zona de no adelantamiento sobre la ATS (f_{np}) el listado en la tabla 3.2-10. El cuadro muestra que el efecto de las zonas de no

f_G Factor de ajuste debido al grado de inclinación

ET Equivalente de número de vehículos por camión

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ATS Velocidad promedio de viaje

f_{np} Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento

f_{HV} Factor de ajuste de vehículos pesados

V_p determinación de demanda de la tasa de flujo

adelantamiento sobre la ATS se incrementa a un máximo a una tasa de flujo de dos sentidos de 400 pc/h y que disminuye en volúmenes altos. El máximo valor de la ATS (fnp) es de 7.3 km/h.

3.3.3.4.-Determinación del Porcentaje de Demora en Tiempo (PTSF)

El estimado desde la tasa de demanda de flujo, la distribución de tráfico direccional y el porcentaje de zonas de no-adelantamiento. La demanda de tasa de flujo V_p para un PTSF es determinada con la ecuación 4.3-3 usando el valor del fHV calculado con el equivalente de vehículo liviano de la Tabla 3.2-10 PTSF es entonces estimado usando la ecuación 4.3-6. Los valores apropiados del BPTSF pueden ser determinados con la ecuación 4.3-7.

Ecuación 4.3-6

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

Donde:

PTSF = Porcentaje de demora en Tiempo.

BPTSF=Base de PTSF para ambas direcciones de recorrido combinado (use la ecuación 4.3-7), y

$f_{d/np}$ =Ajuste para el efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de no adelantamiento sobre el PTSF.

V_p = Tasa de flujo equivalente vehículo liviano por periodo pico de 15 min.

Ecuación 4.3-7

$$BPTSF = 100 (1 - e^{-0.000879 V_p})$$

Un ajuste representativo del efecto combinado de la distribución direccional de tráfico y el porcentaje de zonas de no-adelantamiento ($f_{d/np}$) es presentado en el Tabla 3.2-11

V_p determinación de demanda de la tasa de flujo

ATS Velocidad promedio de viaje

fHV Factor de ajuste de vehículos pesado

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

TABLA. 3.2-10 Ajuste (f_{np}) por el efecto de zonas de no-adelantamiento sobre la velocidad en segmentos en dos sentidos.

Volumen equivalente de demanda, v_p (veh/hr)	Reducción de la velocidad media de viaje (km/hr)					
	Porcentaje de zonas con prohibición de sobrepaso (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

TABLA. 3.2-11 Ajuste ($f_{d/np}$) por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el Porcentaje de zonas de no-adelantamiento en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos.

f_{np} Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento
 V_p determinación de demanda de la taza de flujo

Volumen equivalente de demanda, vp (veh/hr)	Incremento del porcentaje de tiempo perdido por viajar en pelotón (%)					
	Zona con prohibición de sobrepaso (%)					
	0	20	40	60	80	100
Distribución direccional = 50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4

Distribución direccional = 60/40

≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23,7
400	0.5	11.7	16.2	20,7	21,5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19,8	20,7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2

Distribución direccional = 70/30:

≤ 200	2.8	13.4	19.1	24,8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22,6	23.2
600	0.0	11.6	15,4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2

Distribución direccional = 80/20

≤ 200	5.1	17.5	24.3	31,0	31.3	31,6
400	2.5	15.8	21,5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9

Distribución direccional = 90/10

≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37,4	37,6
400	2.4	19.0	25,6	32.2	32.5	32,8
600	0.0	16.3	21,8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

3.3.3.5.-Determinación de los Niveles de Servicio (LOS)

El primer adelantamiento en la determinación de los LOS es comparar la tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano (V_p) para la capacidad de dos sentidos de 3200 veh/hr. Si V_p es mayor que la capacidad, entonces la carretera está sobresaturada y el LOS es F. Similarmente, si la demanda de la tasa de flujo en cada dirección del recorrido determinada desde la tasa de flujo de dos sentidos y por cada sentido - es mayor que 1700 veh/hr, entonces la carretera está sobresaturada y el LOS es F. En LOS F, el PTSF es cercano al 100% y las velocidades son altamente variables y difíciles para estimar.

Cuando un segmento de una facilidad Clase I tiene una demanda menor que su capacidad, el LOS es determinado por la localización de un punto sobre el Figura 5 que corresponde para el PTSF y la ATS. Si un segmento de una facilidad clase II tiene una demanda menor que su capacidad, el LOS es determinado comparando el PTSF con el criterio en el Tabla 3.2-1 El análisis debe incluir los LOS y los valores estimados de PTSF y la ATS. Aunque la ATS no es considerada en la determinación de los LOS para la clase de carretera II el estimado puede ser útil en evaluar la calidad del servicio de las facilidades de la Carretera de dos Carriles, de las redes de carretera y los sistemas incluyendo el segmento.

3.3.3.6.-Otras Medidas de Tráfico

La proporción de v/c para un segmento extendido de dos sentidos puede ser calculada usando la ecuación 4.3-8.

Ecuación 4.3-8

$$\frac{v}{c} = \frac{v_p}{c}$$

Donde

V/c = Volumen Proporcional a la Capacidad

LOS Nivel de servicio

V_p determinación de demanda de la taza de flujo

PTSF porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehiculo

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

ATS Velocidad promedio de viaje

c = Capacidad de segmento de dos sentidos - normalmente 3200 veh/hr para segmento de dos sentidos y 1700 para segmento direccional; y

V_p = Tasa de flujo equivalente vehículo liviano por periodo pico de 15 min.

El total de recorrido sobre un segmento extendido de dos sentidos, durante el periodo pico de 15 minutos, es calculado usando la ecuación 4.3-9.

Ecuación 4.3-9

$$VKmT_{15} = 0.25 \left(\frac{V}{FHP} \right) L_t$$

Donde:

$VKmT_{15}$ = Total del recorrido sobre el segmento analizado durante un periodo pico de 15min (veh-Km), y

L_t = La longitud total del segmento analizado (Km).

El total del recorrido sobre el segmento de dos sentidos durante la hora pico es calculado usando la ecuación 4.3-10.

Ecuación 4.3-10

$$VKmT_{60} = V * L_t$$

Donde:

$VKmT_{60}$ = Recorrido total sobre el segmento analizado durante la hora pico (veh-km).

Ecuación 4.3-11 puede ser usada para calcular el total del tiempo de recorrido durante el periodo de pico de 15 min. Utilizando la ecuación 4.3-5 y 4.3-9.

Ecuación 4.3-11

$$TT_{15} = \frac{VkmT_{15}}{ATS}$$

Dónde:

TT_{15} = Tiempo total de todo el recorrido de todos los vehículos sobre el segmento analizado durante el periodo pico de 15 min (Veh/h).

3.3.- Principales características de la versión del HCM-2010 en carreteras de dos carriles.

3.3.1. Metodología.

Esta sección presenta los detalles de la metodología para carreteras principales de dos vías y documenta su uso en facilidad y las aplicaciones operacionales de análisis.

a).-Alcance de la metodología.-

Este capítulo presenta una metodología operacional de análisis para segmentos direccionales de carreteras principales de dos vías para autos y los ciclistas. Ambas direcciones pueden ser analizadas separadamente sobre la facilidad o segmento para obtener una estimación completa de condiciones de operación.

La metodología del automóvil de este capítulo pone la dirección en el análisis del terreno direccional (el nivelado o el rodamiento) Los segmentos direccionales en calificaciones específicas, y los segmentos direccionales incluyendo pasando y las vías de ascenso del camión.

La metodología se usa más directamente para determinar los osciladores locales en un segmento direccional uniforme de carretera principal de dos vías estimando las medidas de efectividad que define osciladores locales (el ATS, PTSF, PFFS). Tal análisis también puede usarse para determinar la capacidad del segmento del

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo
ATS Velocidad promedio de viaje

direccionales o la tasa de flujo de servicio que se acomodó en cualquier oscilador local dado.

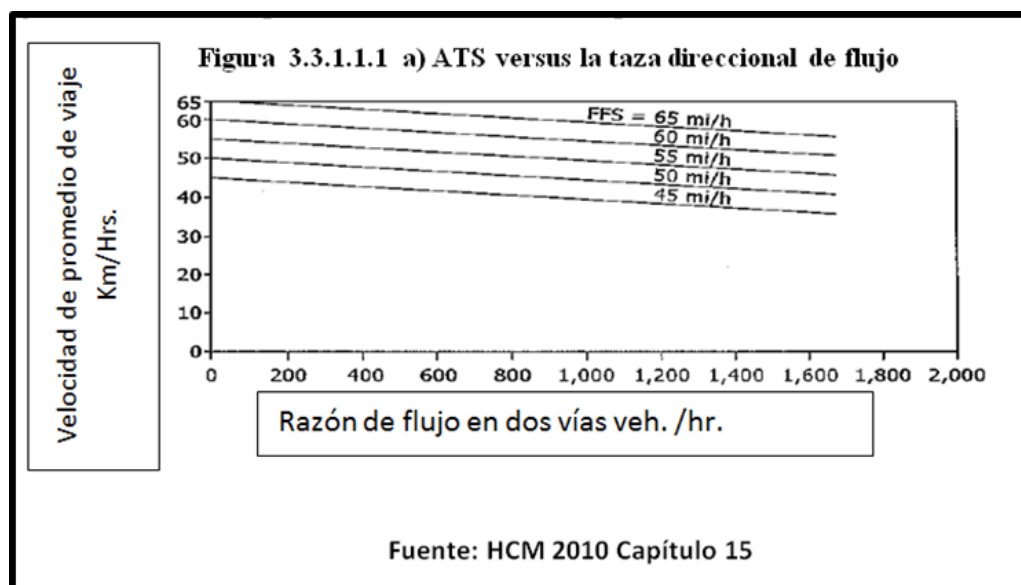
Este capítulo incluye un apéndice que pone la dirección en tratamientos especializados para carreteras principales de dos vías que se evaluó con la metodología básica. Los métodos especiales están también previstos para determinar el impacto de pasar vías o vías de ascenso del camión en segmentos de la carretera principal de dos vías.

3.3.1.1. Capacidad

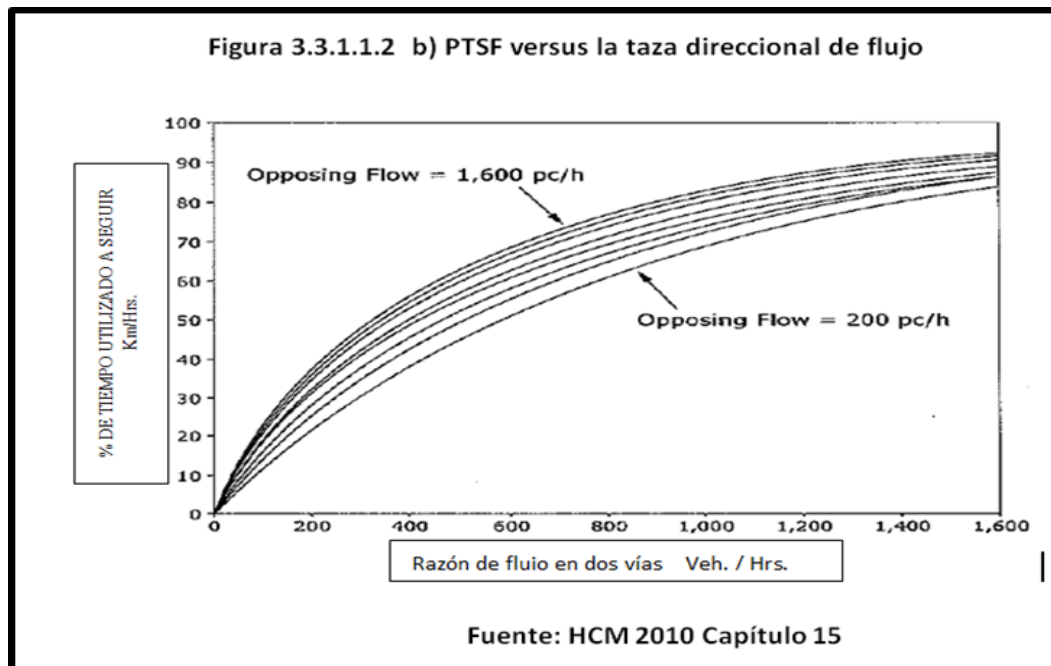
La capacidad de una carretera principal de dos vías debajo de las condiciones de base es 1,700 veh/hr en una dirección, con un límite de 3,200 veh/hr para el total de las dos direcciones.

Por las interacciones entre los flujos direccionales, cuando una capacidad de 1,700 veh/hr alcanzada en una dirección, el máximo flujo contrario sería limitado a 1,500 veh/hr.

La capacidad acondiciona, sin embargo, es rara vez observado -pero en resumen se segmenta. Porque la calidad de servicio se deteriora en las tasas de flujo de demanda relativamente bajas, la mayoría de carreteras principales de dos vías son mejoradas antes de que la demanda aborde capacidad.



PTFS porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo
 ATS velocidad promedio de viaje



Sin embargo, la estimación de condiciones de capacidad es importante para la evacuación planificada y la evaluación de lo corriente .

El flujo de dos formas evalúa tan alto como 3,400 veh/hr puede ser obedecido el cortocircuito que los segmentos alimentaron por a gran altura exige de facilidades de múltiplo. Esto puede ocurrir en túneles, por ejemplo,

La capacidad no está definida para bicicletas en carreteras principales de dos vías por la falta de datos. La capacidad de llegada de volúmenes de la bicicleta a menudo no ocurre en carreteras principales de dos vías excepto durante los acontecimientos especiales de la bicicleta, y poca información está disponible sobre cuál para basar una definición.

3.3.1.2. Nivel de servicio

Por la gran variedad de situaciones en cuáles carreteras principales de dos vías son encontradas, tres medidas de efectividad son incorporadas en la metodología de este capítulo para determinar automóvil LOS.

1.- El ATS refleja movilidad en una carretera principal de dos vías. Es definido como la longitud del segmento de la carretera principal entre el tiempo de viaje promedio tomado de vehículos para atravesarla durante un espacio de tiempo del designado

LOS Nivel de servicio

ATS Velocidad promedio de viaje

2.- El PTSF representa la libertad para hacer maniobras y el confort y conveniencia de viaje. Es el porcentaje promedio de tiempo que los vehículos deben recorrer en pelotones detrás de vehículos más lentos debido a la incapacidad para pasar. Porque esta característica es difícil de tomar una medida en el campo, PTSF también representa el porcentaje aproximado de vehículos viajando en pelotones.

3.- La velocidad de por ciento flujo libre (PFFS) representa la habilidad de vehículos que viajan a través de la corriente límite de velocidad.

Sobre la Clase I de dos vías, la velocidad y el retraso debido a pasar restricciones en ambos importante para los automovilistas. Por consiguiente, los osciladores locales están definidos en términos de ambos ATS y PTSF.

En carreteras principales Clase II, la velocidad de viaje no es un asunto significativo para los conductores. Por consiguiente, los osciladores locales están definidos en términos de PTSF sólo. En carreteras principales Clase III, las velocidades altas no se esperan.

Porque la longitud de segmentos Clase III está generalmente limitada, pasajera restricciones no son también una preocupación del estudiante avanzado. En estos casos, los conductores les gustaría hacer constante progreso en o cerca del límite de velocidad.

Por consiguiente, en estas carreteras principales, PFFS está acostumbrado a definir osciladores locales.

TABLA 3.3-1 los osciladores locales de automóviles de dos carreteras principales de dos vías

NIVEL DE SERVICIO	Carreteras Clase I		Carreteras Clase II	Carreteras Clase II
	ATS millas/hora	PTSF (%)	PTSF (%)	PTSF (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

ATS Velocidad promedio de viaje

PFFS velocidad de por ciento flujo libre

Porque las expectativas del conductor y las características operativas sobre las tres categorías de carreteras principales de dos vías son realmente diferentes, es difícil de proveer una sola definición de condiciones de operación en cada oscilador local.

Sin embargo, tienen un impacto significativo sobre operaciones reales y las percepciones del conductor de servicio:

La capacidad, en carreteras principales de dos vías se hace en la dirección contraria de flujo, la habilidad a pasar está limitada por la tasa contraria de flujo y por la distribución de boquetes en el flujo contrario.

Pasando demanda.- Como el pelotón y PTSF aumentan en una dirección dada, la demanda para los adelantamientos aumenta.

El pelotón detrás de un vehículo lento, querrá hacer más adelantamientos.

La capacidad pasajera y demanda pasajera están relacionadas con tasas de flujo. Si el flujo en ambas direcciones aumenta, una tendencia difícil es establecida: Como la demanda pasajera aumenta, la capacidad pasajera decrece.

En **LOS A**, los automovilistas experimentan altos regímenes de cruce en Clase I carretera y la dificultad pequeña de paso. Los pelotones de tres o más vehículos son raros. En carreteras principales Clase II, la velocidad se controlaría primordialmente por las condiciones de la autopista. Un poco de pelotón sería esperado. En carreteras principales Clase III, los conductores deberían poder mantener regímenes de cruce cerca o igual para la velocidad de flujo (FFS) libre de la facilidad.

En **LOS B**, la demanda pasajera y la capacidad pasajera son simétricas. Sobre la Clase I y las carreteras principales Clase II, el grado de pelotón se convierten en las reducciones en velocidad notables. Del tomo son presentes sobre la Clase I o las carreteras principales. En carreteras principales Clase III, se convierte en dificultad para mantener operación FFS, pero la reducción de velocidad es todavía relativamente pequeña.

LOS Nivel de servicio
PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo
FFS Velocidad de flujo libre

En **LOS C**, la mayoría de vehículos viajan en pelotones. Las velocidades son marcadamente cercenadas sobre todas las tres clases de carretera principal.

En **LOS D**, pelotón aumenta significativamente. La demanda pasajera es alta sobre la Clase I y las facilidades II, pero la capacidad pasajera abornda cero. Un porcentaje alto que los vehículos ahora recorren en pelotón, y PTSF son realmente notables. En carreteras principales Clase III, la caída ferriada de FFS es ahora significativa.

En **LOS E**, la demanda es aborndar capacidad. Haciendo circular Clase I y II carreteras principales son virtualmente imposible, y PTSF es más que 80 %. Las velocidades son seriamente reducidas. En carreteras principales Clase III, la velocidad está menos de dos terceras partes el FFS. El tope más bajo de este LOS representa capacidad.

En **LOS F**, existe cada vez el flujo de demanda en uno o ambos direcciones excede la capacidad del segmento. Las condiciones de operación son utilizables, y la congestión pesada existe sobre todas las clases de carretera principal de dos vías.

3.3.2. Segmentos en dos sentidos.

3.3.2.1. Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).

Un paso crucial en el análisis de una carretera principal de dos vías es la determinación del FFS para el segmento. Hay tres formas para estimar a FFS.

La medida directa del campo en el segmento sujeto de la carretera principal es preferida. Las medidas deberían ser tomadas sólo en la dirección debajo de análisis; Si ambas direcciones deben ser analizadas, en ese entonces las medidas separadas en cada dirección son hechas. Cada medida del direccional debería basarse en una muestra aleatoria de al menos 100 velocidades del vehículo. El FFS puede ser en seguida comedido como la velocidad promedia debajo del punto bajo que la demanda acondiciona (La tasa de flujo de dos formas está menos que o igual para 200 veh/hr).

Si el segmento de análisis no puede ser en seguida observado, en ese entonces las medidas de una facilidad similar (la misma clase de la carretera principal, el mismo límite de velocidad, ambiente similar, etc.) puede ser usado.

LOS	Nivel de servicio
PTSF	Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo
FFS	Velocidad de flujo libre

3.3.2.1.1. Velocidad a flujo libre medida en campo FFS.

Para algunas carreteras principales, puede ser difícil o imposible observar tasas totales de flujo menos de 200 veh/hr. En tales casos, una muestra de velocidad puede estar ocupada en las tasas más altas de flujo y ajustado consecuentemente. El mismo acercamiento de muestreo es tomado: Cada dirección es separadamente observada, con cada muestra direccional incluyendo al menos 100 velocidades obedecidas. La velocidad promedia medida está entonces ajustada con 5-1 de Ecuación:

Ecuación 5-1

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

Donde:

FFS= la velocidad de flujo (km/hr)

S_{Fm}=velocidad media del tráfico medida en el campo v>200 veh/hr, (km/hr)

V= tasa de flujo observada en el periodo en que el dato del campo fue obtenida (veh/hr)

f_{hv,ats}=factor de ajuste de vehículo-pesado, determinado.

3.3.2.1.2. Velocidad a flujo libre estimada, FFS

El FFS puede ser estimado indirectamente si los datos del campo no están disponibles. Éste es un mayor reto en carreteras de dos vías que en otros tipos de facilidades de flujo ininterrumpido. FFS en carreteras principales de dos vías cubre un alcance significativo, de como punto bajo como 45 Km/ h tan a gran altura como 70 km/hr). Para estimar el FFS, el analista debe caracterizar las condiciones operativas de la facilidad en términos de un BFFS que refleja la naturaleza del tráfico y la alineación de la facilidad. Desafortunadamente, por el alcance amplio de velocidades que ocurren y la importancia de factores locales y regionales que influyen velocidades deseadas por conductor, la guía pequeña sobre estimar al BFFS puede ser dado.

FFS Velocidad de flujo libre

BFFS Velocidad base de flujo libre

Las estimaciones de BFFS pueden ser desarrolladas con base en datos de velocidad y las condiciones de operación sobre facilidades similares. Como se verá, una vez que el BFFS está resuelto, los ajustes para las anchuras de vía y del hombro y para la densidad de puntos de acceso son aplicados para estimar al FFS. En el concepto, el BFFS es la velocidad que se esperaría con base en la alineación horizontal y vertical de la facilidad, si las anchuras de vía estándar y del hombro fuesen presentes y no hubo al lado de la carretera puntos de acceso. Así, la facilidad de velocidad del desigual que podría ser un calculador aceptable de BFFS, desde que es basado primordialmente horizontal y aplomado. Los límites de velocidad no pueden reflejar condiciones actuales o deseos del conductor. Una estimación aproximada de BFFS podría ser tomada como el al corriente límite de velocidad y 10 el km/hr. Una vez que un BFFS está resuelto, el FFS real puede ser estimado como sigue: ecuación 5-2

Ecuación 5-2

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

FFS = Velocidad a flujo Libre estimada (km/hr);

BFFS = Velocidad base de flujo libre FFS (km/hr);

f_{LS} = Ajuste debido al ancho del carril y al ancho de berma (km/hr);

f_A = Factor de ajuste para puntos de acceso

Cuando el campo que las medidas se usan para estimar a FFS, el estándar se acerca y probar técnicas debería ser aplicado. La guía en estudios de velocidad del campo es provista en el tráfico estándar diseñando textos.

Los factores de ajuste para el uso en 5-2 de Ecuación son encontrados en la tabla 3.3.-2 (la anchura de vía y del hombro) y tabla 3.3-3 (la densidad de punto de acceso).

TABLA 3.3-2 el factor de ajuste para la anchura de vía y del hombro

FFS Velocidad de flujo libre

BFFS Velocidad base de flujo libre

Ancho de carril pie	Ancho de hombro pie			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 9 < 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 < 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 < 12$	4.7	3.0	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0.0

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

TABLA 3.3-4 el factor de ajuste para la densidad del punto de acceso

Puntos de acceso por milla	Reducción de la FFS (milla/hora)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

La densidad de punto de acceso es computada dividiendo el número total de intersecciones no señalizadas en ambos lados del segmento de la autopista por la longitud del segmento (in miles). Así, en analizar las dos direcciones de la carretera principal y estimada el FFS, el FFS será lo mismo en ambas direcciones. Si el FFS es comedido en el campo, el valor podría ser diferente en cada dirección.

Si una carretera principal contiene en punto curvas horizontales con velocidades del diseño sustancialmente debajo del resto de segmento, puede gustar para que se Determine al FFS separadamente para curvas y para tangentes y competir un FFS de medida ponderada para el segmento como un todo.

3.3.2.2. Determinación de la demanda de tasa de flujo. V_p .

Este paso computacional es aplicado sólo en casos de Clase I y Clase III carreteras principales de la vía. Los osciladores locales de adelante las carreteras principales Clase II no se basan en ATS, y por consiguiente este paso es saltado para esas carreteras principales.

Los volúmenes de demanda en ambas direcciones (la dirección de análisis y la dirección contraria) deben ser convertidos para fluir tasas debajo de las condiciones de base equivalentes con 5-3 de Ecuación:

HCM (Highway Capacity Manual) Manual de Capacidad de Carreteras
 FFS Velocidad de flujo libre
 V_p determinación de demanda de la taza de flujo
 ATS Velocidad promedio de viaje

Ecuación 5-3

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde:

$v_{i,ATS}$ = la tasa de flujo de demanda para la estimación de ATS (pc/h)

V_i = Demanda de volumen para una hora pico completa (veh/h).

FHP = Factor de hora pico.

$f_{g,ATS}$ = Factor de ajuste por pendiente o grado según las tablas 5-10 y 5-9

$f_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste debido a los vehículos pesados, según ecuación 5-5 y 5-4

3.3.2.2.1. Factor de hora pico FHP

El PHF representa la variación en el flujo de tráfico en un plazo de la hora. El análisis de la carretera principal de dos vías se basa en las tasas de flujo de demanda para un período culminante 15-min en un plazo de la hora de análisis – usualmente la hora pico. Si el flujo reprende a gritos pues el pico 15 min ha sido en seguida medido, el PHF utilizado en 5-3 de Ecuación es igual determinado para 1.00.

3.3.2.2.2. Factor de ajuste por pendiente (FG)

El factor de ajuste de grado $f_{g,ATS}$, depende del terreno. Los factores están definidos:

- ❖ Los segmentos extendidos (≥ 2 km) de terreno nivelado
- ❖ Los segmentos extendidos (≥ 2 km) de terreno rodante
- ❖ Los programas mejorados específicos
- ❖ Los descensos específicos.

Cualquier grado de 3 % o más pronunciado y 0.6 km o más tiempo deben ser analizados como uno.

FHP Factor de hora pico

fG Factor de ajuste debido al grado de inclinación

ATS Velocidad promedio de viaje

El programa mejorado específico o pendiente abajo, a merced de la dirección de análisis siendo considerado. Sin embargo, un grado de 3 % es analizado como un grado específico si es 0.25 km o más tiempo.

En la tabla 3.3-4 es en el que se entró con tasa de flujo de demanda de una dirección en vehículos por hora.

TABLA 3.3-4 calificación de factores de ajuste extendió segmentos de nivel y el terreno rodante, como para los descensos específicos.

Demanda del flujo una dirección V_{vph} (veh. /h)	Factor de ajuste	
	Terreno nivelado	Terreno rodaje
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1.00

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

Si la demanda es expresada como un volumen de cada hora, debe estar entre el PHF ($V_{vph}=V/PHF$) para obtener el factor apropiado. Otras mesas de factor de ajuste asociadas con 5-3 de Ecuación son en el que se entró con este valor también.

Las funciones del 5-10 de tabla califican factores de ajuste para programas mejorados específicos. El impacto negativo de programas mejorados sobre las velocidades de la carretera principal de dos vías aumenta como ambos la severidad del programa mejorado y su longitud aumenta. El impacto, sin embargo, declina como la tasa de flujo de demanda aumente. En la demanda más alta el flujo evalúa,

las velocidades resultarían más bajas, y el impacto adicional de los programas mejorados es menos.

3.3.2.2.3.-Ajuste por vehículos pesados (FHV)

Las condiciones de base para carreteras principales de dos vías incluyen vagones de pasajeros de 100 % en la corriente de tráfico.

Éste es algo poco frecuente, y la presencia de vehículos pesados en la corriente de tráfico hace más pequeño el ATS.

En general, un vehículo pesado es definido como cualquier vehículo (o el vehículo la unidad del remolque) con más que cuatro ruedas sobre el terreno durante la operación normal. Vehículo pesado está clasificado como camiones o vehículos recreativos.

Los camiones cubren una variedad ancha de vehículos de pequeña camioneta de reparto y revisten con paneles camiones con más que cuatro ruedas para duplicar y triplicar tractor, las unidades del remolque.

La camioneta de reparto del correo electrónico y los camiones del panel con sólo cuatro ruedas están clasificados como vagones de pasajeros. Toda escuela, tránsito, o autobuses de la inter ciudad está clasificado como camiones.

Los vehículos recreativos de volumen residual también cubre una gran variedad de vehículos, incluyendo motorizados, remolques, las casas motoras, y los autos o los camiones pequeños que remolcan remolques.

TABLA 3.3-5 ATS grado de ajuste para factor específico actualizado fg ATS

ATS Velocidad promedio de viaje

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

Grado %	Longitud (milla)	Requerimiento del flujo direccional V_{vph} (Veh/hora)								
		≤ 100	200	300	400	500	600	700	800	≥ 900
$\geq 3 < 3.5$	0.25	0.78	0.84	0.87	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.75	0.83	0.85	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.75	0.73	0.81	0.85	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	0.73	0.79	0.83	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.50	0.73	0.79	0.83	0.87	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
	2.00	0.73	0.79	0.82	0.86	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00
	≥ 4.00	0.73	0.78	0.82	0.85	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98
$\geq 3.5 < 4.5$	0.25	0.75	0.83	0.86	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.72	0.80	0.84	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.75	0.67	0.77	0.81	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	0.65	0.73	0.77	0.81	0.94	0.95	0.97	1.00	1.00
	1.50	0.63	0.72	0.76	0.80	0.93	0.95	0.96	1.00	1.00
	2.00	0.62	0.70	0.74	0.79	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
	≥ 4.00	0.61	0.69	0.74	0.78	0.92	0.93	0.94	0.98	1.00
$\geq 4.5 < 5.5$	0.25	0.71	0.79	0.83	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.60	0.70	0.74	0.79	0.94	0.95	0.97	1.00	1.00
	0.75	0.55	0.65	0.70	0.75	0.91	0.93	0.95	1.00	1.00
	1.00	0.54	0.64	0.69	0.74	0.91	0.93	0.95	1.00	1.00
	1.50	0.52	0.62	0.67	0.72	0.88	0.90	0.93	1.00	1.00
	2.00	0.51	0.61	0.66	0.71	0.87	0.89	0.92	0.99	1.00
	≥ 4.00	0.51	0.61	0.65	0.70	0.86	0.88	0.91	0.98	0.99
$\geq 5.5 < 6.5$	0.25	0.57	0.68	0.72	0.77	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
	0.50	0.52	0.62	0.66	0.71	0.87	0.90	0.92	1.00	1.00
	0.75	0.49	0.57	0.62	0.68	0.85	0.88	0.90	1.00	1.00
	1.00	0.46	0.56	0.60	0.65	0.82	0.85	0.88	1.00	1.00
	1.50	0.44	0.54	0.59	0.64	0.81	0.84	0.87	0.98	1.00
	2.00	0.43	0.53	0.58	0.63	0.81	0.83	0.86	0.97	0.99
	≥ 4.00	0.41	0.51	0.56	0.61	0.79	0.82	0.85	0.97	0.99
≥ 6.5	0.25	0.54	0.64	0.68	0.73	0.88	0.90	0.92	1.00	1.00
	0.50	0.43	0.53	0.57	0.62	0.79	0.82	0.85	0.98	1.00
	0.75	0.39	0.49	0.54	0.59	0.77	0.80	0.83	0.96	1.00
	1.00	0.37	0.45	0.50	0.54	0.74	0.77	0.81	0.96	1.00
	1.50	0.35	0.45	0.49	0.54	0.71	0.75	0.79	0.96	1.00
	2.00	0.34	0.44	0.48	0.53	0.71	0.74	0.78	0.94	0.99
	≥ 4.00	0.34	0.44	0.48	0.53	0.70	0.73	0.77	0.93	0.98
≥ 4.00	0.33	0.43	0.47	0.52	0.70	0.73	0.77	0.91	0.95	

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

ATS Velocidad promedio de viaje

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

TABLA 3.3-6 ATS equivalente para camiones (Et) y RVs (ER) para terreno nivelado, el terreno rodante y los diseños específicos

Tipo de Vehículo	Requerimiento del flujo direccional Vvph (Veh)	Factor de ajuste	
		Terreno nivelado	Terreno rodaje
Trucks, E_T	≤ 100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥ 900	1.0	1.3
RVs, E_R	All flows	1.0	1.1

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

Determinar el factor de ajuste pesado del vehículo es un proceso de dos pasos:

- 1.-Los equivalentes del vagón de pasajeros son encontrados para camiones (Et) y RVs (Er) debajo de condiciones prevalecientes.
- 2.-Un factor de ajuste pesado del vehículo es computado de los equivalentes del vagón de pasajeros con 5-4 de Ecuación:

Ecuación 5-4

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + PT * (ET - 1) + PR * (ER - 1)}$$

Donde:

PT = Proporción de caminos en la tráfico de tráfico, expresado en decimal;

PR = La proporción de RVs en la tráfico de tráfico, expresado como un decimal;

ET = Equivalencia de pasajero-carro por camión, obtenido de la Tabla 3.3-6 o Tabla3.3-7; y

ER = Equivalente del número de vehículos por vehículo recreacional, obtenido de la Tabla 3.3-6 o Tabla 3.3-8;

ATS Velocidad promedio de viaje

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

El equivalente del vagón de pasajeros es el número de vagones de pasajeros desplazados de la corriente de tráfico por un camión o el volumen residual. Los equivalentes del vagón de pasajeros están definidos para varias situaciones:

- ❖ Las secciones Extendidas de general terreno nivelado o rodante
- ❖ Los programas mejorados específicos
- ❖ Los descensos específicos.

La tabla 3.3-6 contiene equivalente del vagón de pasajeros para camiones en segmentos generales del terreno y para los descensos específicos, cuáles son tratados como terreno nivelado en la mayoría de los casos. Un método especial es provisto en la siguiente sección para evaluar descensos específicos en los cuales son significantes números de camiones debe reducir su velocidad para gatear velocidad para mantener control.

En las tablas 3.3-7 y 3.3-8 muestran equivalentes del vagón de pasajeros para camiones y RVs, respectivamente, en programas mejorados específicos.

Como notables previamente, cualquier descenso de 3 % o más terminan 0.6 Km/hr o más tiempo deben ser analizados como un descenso específico. Si la cuesta del descenso varía, debería ser analizada como una sola mezcla acostumbrando una pendiente promedio por lo que se dividen el cambio total en la elevación por la longitud total de grado y expresando el resultado como un porcentaje.

La mayoría de descensos específicos serán tratados como terreno nivelado para los descensos del tomo de propósitos. El análisis, sin embargo, serán lo suficientemente agudos para forzarle algunos camiones en la velocidad de gateado. En tales casos, los conductores de camión se ven forzados a operar en una primera velocidad para aplicar motor frenando, No hay líneas directivas generales para identificar cuándo o dónde estas situaciones ocurrirán, aparte de observación rectilínea de operaciones pesadas del vehículo.

TABLA 3.3-7 ATS equivalente para camiones (Et) y RVs (ER) específico actualizado

Grado %	Longitud (milla)	Requerimiento del flujo direccional V_{veh} (veh/hora)								
		<100	200	300	400	500	600	700	800	>900
≥3 <3.5	0.25	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.8	1.7	1.3	1.1
	0.50	3.7	3.4	3.3	3.2	2.7	2.6	2.6	2.3	2.0
	0.75	4.6	4.4	4.3	4.2	3.7	3.6	3.4	2.4	1.9
	1.00	5.2	5.0	4.9	4.9	4.4	4.2	4.1	3.0	1.6
	1.50	6.2	6.0	5.9	5.8	5.3	5.0	4.8	3.6	2.9
	2.00	7.3	6.9	6.7	6.5	5.7	5.5	5.3	4.1	3.5
	3.00	8.4	8.0	7.7	7.5	6.5	6.2	6.0	4.6	3.9
	≥4.00	9.4	8.8	8.6	8.3	7.2	6.9	6.6	4.8	3.7
≥3.5 <4.5	0.25	3.8	3.4	3.2	3.0	2.3	2.2	2.2	1.7	1.5
	0.50	5.5	5.3	5.1	5.0	4.4	4.2	4.0	2.8	2.2
	0.75	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	5.9	5.6	3.6	2.6
	1.00	7.9	7.6	7.4	7.3	6.7	6.6	6.4	5.3	4.7
	1.50	9.6	9.2	9.0	8.9	8.1	7.9	7.7	6.5	5.9
	2.00	10.3	10.1	10.0	9.9	9.4	9.1	8.9	7.4	6.7
	3.00	11.4	11.3	11.2	11.2	10.7	10.3	10.0	8.0	7.0
	≥4.00	12.4	12.2	12.2	12.1	11.5	11.2	10.8	8.6	7.5
≥4.5 <5.5	0.25	4.4	4.0	3.7	3.5	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5
	0.50	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.7	5.6	4.6	4.2
	0.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	1.00	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	8.9	8.8
	1.50	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4	10.2	10.1
	2.00	11.8	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.5	11.1	10.9
	3.00	13.7	13.7	13.6	13.6	13.3	13.1	13.0	11.9	11.3
	≥4.00	15.3	15.3	15.2	15.2	14.6	14.2	13.8	11.3	10.0
≥5.5 <6.5	0.25	4.8	4.6	4.5	4.4	4.0	3.9	3.8	3.2	2.9
	0.50	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
	0.75	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
	1.00	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.1
	1.50	11.9	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.7	11.6
	2.00	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7	12.6	12.5
	3.00	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.3	14.2	14.1
	≥4.00	15.4	15.4	15.3	15.3	15.2	15.1	15.1	14.9	14.8
≥6.5	0.25	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4
	0.50	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	0.75	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	1.00	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.2
	1.50	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.7
	2.00	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.7	12.6
	3.00	14.5	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.3	14.2
	≥4.00	15.4	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.2	15.1

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

TABLA 3.3-8 ATS equivalente para camiones (Et) y RVs (ER) ATS específico actualizado

Grado %	Longitud (milla)	Requerimiento del flujo direccional V_{veh} (Veh./hora)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	≤0.25	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.25 ≤0.75	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤1.25	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>1.25 ≤2.25	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥3.5 <4.5	>2.25	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≤0.75	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤3.50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥4.5 <5.5	>3.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≤2.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥5.5 <6.5	>2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≤0.75	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
≥6.5	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
	≤2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

3.3.2.3. Determinación de la velocidad promedio de recorrido, ATS.

Como fue el caso con Paso 3, este paso se aplica sólo a la Clase I y clase II, III, carreteras principales de la vía. Las carreteras principales de clase II no usan ATS como una medida de osciladores locales.

El ATS es estimado de FFS la tasa de flujo de demanda, la tasa contraria de flujo, y el porcentaje de zonas que pasan Río en la dirección de análisis. El ATS es computado de Ecuación 5-6:

Ecuación 5-6

$$ATSd = FFS - 0.00776 (Vd.ATS + Vo.ATS) - f_{npATS}$$

Donde:

ATSd = Velocidad Promedio de Recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (km/hr)

f_{npATS} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento (ver Tabla 3.3-9)

Vd,ATS=La tasa de flujo de demanda para determina de ATS adelante en la dirección de análisis (veh/hr)

Vo,ATS=la tasa de flujo de demanda para determina de SAT adelante en la dirección contraria (veh/hr)

FFS= la velocidad de flujo (km/hr)

ATS Velocidad promedio de viaje

FFS Velocidad de flujo libre

f_{np} Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento

TABLA 3.3-9 ATS factor de ajuste que no pasan por la zona ~~no~~ ATS.

Requerimiento del flujo direccional V_{xph} (Veh /hora)	Factor de modificación del promedio de velocidad				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

En la tabla 3.3-9 de exhibición es en el que se entró en vagones de pasajeros por hora. En este punto en el proceso computacional, las tasas de flujo de demanda con creces ajustadas están disponibles y son usadas en la determinación de ATS. Como se muestra en esta exhibición, el efecto de zonas que

ATS Velocidad promedio de viaje

pasan no es máximo cuando las tasas contrarias de flujo son bajas. Como el flujo contrario que las tasas aumentan, el efecto decrece para el cero, desde pasar y las zonas que pasan no se vuelven irrelevantes cuando la tasa contraria de flujo no deja oportunidades pasar.

3.3.2.4. Determinación del porcentaje de demora en tiempo (PTSF).

Este paso es aplicado a Clase I y II. Clase dos carreteras principales de la vía. Las carreteras principales de clase III no utilizan a PTSF para determinar osciladores locales. Una vez que la demanda fluye para estimar a PTSF es computado, el PTSF lo es Estimado con 5-9 de Ecuación:

Ecuación 5-9

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

Donde:

PTSF_d= por ciento PTSF siguiendo en la dirección de análisis (la decimal parte);

BPTSF_d= base tiempo transcurrido de por ciento siguiendo en la dirección de análisis, de (5-10) de Ecuación;

f_{np,PTSF}= el ajuste para PTSF para el porcentaje de zonas que pasan, segmento de análisis, de 3.3.2.4.6 (5-21) de Exhibición

v_{d,PTSF}=- la tasa de flujo de demanda en la dirección de análisis para la estimación de PTSF (veh/hr); Y

v_{o,PTSF}= la tasa de flujo de demanda en la dirección contraria para estimando a adelante de PTSF (veh/hr)

El tiempo transcurrido de por ciento de base entendiendo (BPTSF) se aplica a las condiciones de base y es estimado por 5-10 de Ecuación:

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-av_d^b)]$$

Ecuación:5-10

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

BPTSF base tiempo transcurrido de por ciento siguiendo en la dirección de análisis,

Donde la a y b son constantes dibujado de la tabla 3.3-12 y todos los otros términos está tan previamente definidos.

Tabla 3.3-12 y la tabla el 3.3-13 son en el que se entró con tasas de flujo de demanda. Convertido para vagones de pasajeros por hora .

TABLA 3.3-10 coeficientes para el uso adentro de la ecuación 5-10 para la estimación BPTSFs

Requerimiento del flujo direccional Vo (Veh /hora)	Coficiente a	Coficiente b
≤200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
≥1,600	-0.0062	0.817

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

TABLA 3.3-11 ningún ajuste de la zona pasajera, factor (fnp,PTSF)

Requerimiento del flujo direccional Vp (Veh/hora)	Factor de modificación del promedio de velocidad					
	0	20	40	60	80	100
	Distribución dirección = 50/50					
≤200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1,400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1
	Distribución dirección = 60/40					
≤200	11.0	30.6	41.0	51.2	52.3	53.5
400	14.6	36.1	44.8	53.4	55.0	56.3
600	14.8	36.9	44.0	51.1	52.8	54.6
800	13.6	28.2	33.4	38.6	39.9	41.3
1,400	11.8	18.9	22.1	25.4	26.4	27.3
2,000	9.1	13.5	15.6	16.0	16.8	17.3
2,600	5.6	7.7	8.6	9.6	10.0	10.2
	Distribución dirección = 70/30					
≤200	9.9	28.1	38.0	47.8	48.5	49.0
400	10.6	30.3	38.6	46.7	47.7	48.8
600	10.9	30.9	37.5	43.9	45.4	47.0
800	10.3	23.6	28.4	33.3	34.5	35.5
1,400	8.0	14.6	17.7	20.8	21.6	22.3
2,000	7.3	9.7	11.7	13.3	14.0	14.5
	Distribución dirección = 80/20					
≤200	8.9	27.1	37.1	47.0	47.4	47.9
400	6.6	26.1	34.5	42.7	43.5	44.1
600	4.0	24.5	31.3	38.1	39.1	40.0
800	3.8	18.5	23.5	28.4	29.1	29.9
1,400	3.5	10.3	13.3	16.3	16.9	32.2
2,000	3.5	7.0	8.5	10.1	10.4	10.7
	Distribución dirección = 90/10					
≤200	4.6	24.1	33.6	43.1	43.4	43.6
400	0.0	20.2	28.3	36.3	36.7	37.0
600	-3.1	16.8	23.5	30.1	30.6	31.1
800	-2.8	10.5	15.2	19.9	20.3	20.8
1,400	-1.2	5.5	8.3	11.0	11.5	11.9

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

La tabla 3.3-11 el factor de ajuste depende de la tasa de flujo de demanda de dos formas , el factor es aplicado a un solo análisis direccional. El factor no sólo el por ciento de zonas que pasan no en el análisis se

f_{np} Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento

V_d Volumen horario direccional

V_o Volumen horario opuesto

segmentan pero también la distribución direccional - adelante de tráfico. La medida direccional de distribución es lo mismo sin tener en cuenta la dirección siendo considerada. Así, por ejemplo, las escisiones de 70/30 y 30/70 dan como resultado el mismo factor, las variables del otro siendo perseverantes. La ecuación 5-9, sin embargo, ajusta el factor para lectura, el balance de flujos en el análisis y las direcciones contrarias.

3.3.2.5. Determinación de los niveles de servicio (LOS).

En este punto en el análisis, los valores de cualquier medida necesitada (s) han sido determinados. Los osciladores locales son encontrados comparando las medidas apropiadas con los criterios de la tabla 5-3. La medida (s) usada debe ser apropiada para la clase de la facilidad en estudio:

La Clase I: ATS y PTSF;

La clase II: PTSF; Y

La clase III: PFFS.

Para Clasificación de carreteras ahí, dos medidas de servicio son aplicadas. Cuando el 5-3 de tabla es en el que se entró, por consiguiente, dos designaciones de osciladores locales pueden ser obtenidas.

Son los osciladores locales predominantes. Por ejemplo, si el ATS resulta en una designación de carbono de osciladores locales adelante y PTSF resulta en una designación de la D de osciladores locales, la D de osciladores locales es asignada.

3.3.2.5.1 .- La Determinación la de Capacidad

Capacidad, que exista en el límite entre E de osciladores locales y F, no está resuelto por una medida de efectividad. Debajo de las condiciones de base, la capacidad de una carretera principal de dos vías (en una dirección) es 1,700 pc/h. Para determinar la capacidad debajo de condiciones prevalecientes, los pertinentes factores de ajuste deben ser aplicados en la ecuación en el 5-7 de 5-3 y de Ecuación.

En este caso, sin embargo, la tasa de flujo de demanda de 1,700 pc/h debajo de base acondiciona es sabida, y la tasa de flujo de demanda debajo de las condiciones prevalecientes es buscada

LOS Nivel de servicio

ATS Velocidad promedio de viaje

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

PFFS Velocidad e por ciento de flujo libre

Primero, la capacidad es definida como una tasa de flujo, así es que el PHF en ecuación 5-3 y 5-7 está listo a las 1.00. Entonces, el 5-12 de Ecuación 5-13 (o ambos) es aplicado, como descrito debajo.

Ecuación; 5-12

Ecuacion:5-13

$$C_{dATS} = 1,700 f_{g,ATS} f_{HV,ATS}$$

$$C_{dPTSF} = 1,700 f_{g,PTSF} f_{HV,PTSF}$$

Donde:

CdATS= la capacidad en la dirección de análisis debajo de las condiciones prevalecientes basadas en SAT (pc/h), y

CdPTSF= la capacidad en la dirección de análisis debajo de las condiciones prevalecientes basadas en PTSF (pc/h).

Para la Clase I las carreteras principales, ambas capacidades deben ser computadas. El valor más bajo representa capacidad. Para carreteras principales Clase II, sólo la capacidad basada a PTSF es computada. Para carreteras principales Clase III, sólo la capacidad basada en ATSS es computada.

Una complicación es que los factores de ajuste dependen de la tasa de flujo de demanda (en vehículos por hora). Así, los factores de ajuste para una tasa de flujo de base de 1,700 veh/hr deben ser usados.

Técnicamente, este valor debería estar ajustado para reflejar grado y ajustes pesados del vehículo. Esto crearía un proceso interactivo en el cual un resultado es adivinado.

En los términos prácticos, desde el grupo más alto de flujo en todas las exhibiciones de ajuste es mayor que 900 veh/hr. Es altamente difícil que cualquier ajustes hiciesen más pequeño 1,700 veh/hr. Para menos de 900 veh /hr. Por consiguiente, en

ATS Velocidad promedio de viaje

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

Determinaciones de capacidad, todos los factores de ajuste deberían basarse en una tasa de flujo más grande que 900 veh/hr.

Otra característica de esta metodología debe ser considerada en evaluar capacidad. Cuando la distribución direccional está aparte de 50/50 (en terreno nivelado y rodante), la capacidad de dos formas dada a entender por cada capacidad direccional puede ser diferente. Además, la capacidad de dos formas implícita de cualquier o ambas direcciones pueden ser más que el límite de 3,200 veh/hr.

En tales casos, las capacidades direccionales estimadas no son realizables con la distribución direccional indicada. Si éste es el caso, en ese entonces la capacidad de base está restringida para 1,700 veh/hr. en la dirección con el flujo más pesado, y la capacidad en la dirección contraria es encontrada usando la proporción contraria de flujo, con un límite superior de 1,500 veh/hr.

3.4.- Aplicación de los métodos HCM 2000 y HCM 2010

3.4.1.- Aforo de volúmenes de tráfico.

Para la obtención de información referente a los volúmenes de tránsito existen los métodos de aforo vehicular. El aforo es una muestra de los volúmenes para el periodo en el que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino.

Para determinar las horas de mayor circulación se entrevistó a los residentes aledaños a la ruta, los que manifestaron que el flujo vehicular mayor se da en las horas de la mañana y por la tarde, y durante la noche es prácticamente nulo en relación al día; por lo que se optó por realizar el aforo durante 12 horas continuas de 07:00 AM a 19:00 PM, durante una semana como las recomendaciones que estaría dentro del rango de la norma del A.B.C.

El método de aforo utilizado es el método manual debido a que en nuestro medio no se cuenta con equipos automáticos, el cual consiste en obtener datos de volúmenes de tránsito a través de conteos vehiculares realizado por personas en el campo, es decir en la vía en estudio, este método permite la clasificación de vehículos por tamaño,

tipo, y otras características de configuración por tipo de ejes según la normativa vigente de la A.B.C.

**RESUMEN DE CONTEO
CLASIFICACION DE VEHICULOS (SEGUN A.B.C.)**

TRAMO: TOMAITAS - CRUCE SANTA BARBARA
ESTACION: RANCHO SUD

FECHA: LUNES 22 DE ABRIL

SENTIDO 1

hora de -a	AUTOMOVILES VAGONETAS JEEP	CAMIONETAS (hasta 2 Ton.)	MINIBUSES (7 a 15 Asientos)	MICROBUSES (15 a 21) Asientos	BUS MEDIANO (22 a 35) Asientos	GRANDE BUS (Mas de 35) Asientos	CAMION MEDIANO EJE SIMPLE (2.5 a 10 Ton.) mas	CAMION GRANDE EJE SIMPLE TAMDEM (10 Ton. a mas)	CAMION SEMIREMOLQUE	CAMION CON REMOLQUE	CAMION OTROS	VEHICULOS	TOTAL
7:00-8:00													
8:00-9:00													
9:00-10:00													
10:00-11:00													
11:00-12:00													
12:00-13:00													
13:00-14:00													
14:00-15:00													
15:00-16:00													
16:00-17:00													
17:00-18:00													
18:00-19:00													
Total													

FIGURA 3.4.1.1 Planilla de aforos

Fuente: Elaboración Propia

LOS Nivel de servicio
ATS Velocidad promedio de viaje

3.4.3.- Clasificación de las carreteras de dos carriles: Según la HCM2000- HCM2010

Según HCM 2000

La medida del servicio para la Carretera de dos Carriles ya fue definida en capítulos anteriores. Sobre la carretera clase I, la movilidad de eficiencia es máxima, y los LOS está definido en términos de porcentajes tiempo gastado en seguimiento (% de demora en tiempo) y el promedio de la velocidad de recorrido o velocidad media de recorrido (ATS). Sobre la carretera de clase II la movilidad es menos crítica, y los LOS están definidos solo en términos del porcentaje del tiempo gastado en seguimiento (% de demora en tiempo), sin considerar la velocidad promedio de recorrido. Los conductores podrán tolerar altos niveles de porcentaje de demora en tiempo sobre una vía de clase II que sobre una vía de una clase I, porque las vías de la clase II usualmente sirven para viajes cortos y diferentes propósitos de viaje.

LOS Nivel de servicio

ATS Velocidad promedio de viaje

Los criterios de LOS para Carretera de dos Carriles en clase I y II están en el Tabla 3.2-1, Tabla 3.2-2 y Tabla 3.2-3. La Tabla 3.2-1 refleja los valores máximos de porcentaje de demora en tiempo y el promedio de velocidad de recorrido para cada uno de los Niveles de Servicio (LOS) de carretera de clase I. Un segmento de una carretera de clase I debe considerar los dos criterios, el porcentaje de demora en tiempo y el promedio de velocidad del recorrido mostrado en la 3.2-2 para ser clasificado en La Tabla 3.2-1 ilustra los criterios de LOS para carreteras clase I. Por ejemplo, una Carretera de dos Carriles clase I con porcentaje de demora en tiempo igual a 45% y un promedio de velocidad de recorrido de 65 km/hr podrá ser clasificado como un LOS D, basado en la tabla 3.2.-1 Sin embargo, una carretera clase II con las mismas condiciones podrá ser clasificada como un LOS B basado en la tabla 3.2-3 La diferencia entre estos valores de LOS representa la diferencia en las expectativas de los conductores para las facilidades de clase I y II.

TABLA 3.2-1 Criterio de LOS para carreteras de dos carriles Clase I

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo	Velocidad Promedio de viaje (km/hr)
A	≤ 35	> 90
B	> 35 - 50	> 80 - 90
C	> 50 - 65	> 70 - 80
D	> 65 - 80	> 60 - 70
E	> 80	< 60
Nota: LOS F aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento		

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

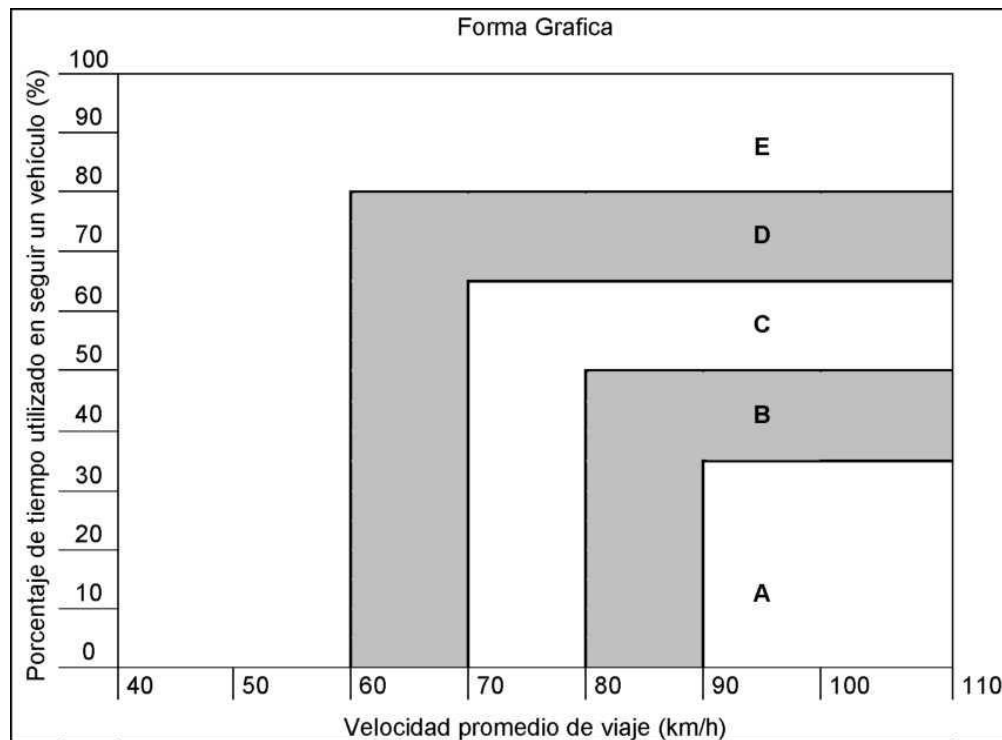
TABLA 3.2-3. Criterio de LOS para carreteras de dos carriles de Clase II

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo
A	≤ 40
B	$> 40 - 55$
C	$> 55 - 70$
D	$> 70 - 85$
E	> 85

Nota: LOS F aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

TABLA 3.2-2 Criterio de LOS para carreteras de dos carriles de Clase I



Fuente: HCM 2000 Capítulo 20

Los criterios del NS D de la tabla 3.2-1, y a través de la Tabla 3.2-2 aplican para todos los tipos de Carretera de dos Carriles, incluyendo en segmentos de dos sentidos

LOS Nivel de servicio

extendidas, segmentos direccionales extendidos, ascensos específicos (rampas), y descensos específicos.

Según la HCM 2010

En LOS A, los automovilistas experimentan altos regímenes de cruce en Clase I carretera y la dificultad pequeña de paso. Los pelotones de tres o más vehículos son raros. En carreteras principales Clase II, la velocidad se controlaría primordialmente por las condiciones de la autopista. Un poco de pelotón sería esperado. En carreteras principales Clase III, los conductores deberían poder mantener regímenes de cruce cerca o igual para la velocidad de flujo (FFS) libre de la facilidad.

En LOS B, la demanda pasajera y la capacidad pasajera son simétricas. Sobre la Clase I y las carreteras principales Clase II, el grado de pelotón se convierten en las reducciones en velocidad notables. Son presentes sobre la Clase I o las carreteras principales. En carreteras principales Clase III, se convierte en dificultad para mantener operación FFS, pero la reducción de velocidad es todavía relativamente pequeña.

En LOS C, la mayoría de vehículos viajan en pelotones. Las velocidades son marcadamente cercenadas sobre todas las tres clases de carretera principal.

En LOS D, pelotón aumenta significativamente. La demanda pasajera es alta sobre la Clase I o y las facilidades II, pero la capacidad pasajera abordea cero. Un porcentaje alto que los vehículos ahora recorren en pelotón, y PTSF son realmente notables. En carreteras principales Clase III, la caída ferida de FFS es ahora significativa.

En LOS E, la demanda es abordecir capacidad. Haciendo circular Clase I o y II carreteras principales son virtualmente imposible, y PTSF es más que 80 %. Las velocidades son seriamente reducidas. En carreteras principales Clase III, la velocidad está menos de dos terceras partes el FFS. El tope más bajo de este LOS representa capacidad.

En LOS F, existe cada vez el flujo de demanda en uno o ambas direcciones excede la capacidad del segmento. Las condiciones de operación son utilizables, y la congestión pesada existe sobre todas las clases de carretera principal de dos vías.

LOS Nivel de servicio

PTSF Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

FFS Velocidad de flujo libre

TABLA 3.3-1 los osciladores locales de automóviles de dos carreteras principales de dos vías

NIVEL DE SERVICIO	Carreteras Clase I		Carreteras Clase II	Carreteras Clase II
	ATS millas/hora	PTSF (%)	PTSF (%)	PTSF (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

3.4.4.- Factor de corrección debido a la presencia de vehículos pesados en la Circulación en subida: según HCM 2000 Y HCM 2010

Factor de Ajuste de Vehículos Pesados

Según la HCM 2000

Una vez los valores de ET Y ER han sido determinados, el ajuste del factor para vehículos pesados es calculado usando la ecuación 4.3-4.

Ecuación 4.3-4

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + PT * (ET - 1) + PR * (ER - 1)}$$

Donde:

PT = Proporción de caminos en la tráfico de tráfico, expresado en decimal;

PR = La proporción de RVs en la tráfico de tráfico, expresado como un decimal;

ET = Equivalencia de pasajero-carro por camión, obtenido de la Tabla 3.2-8 o Tabla 3.2-9; y

ER = Equivalente del número de vehículos por vehículo recreacional, obtenido de la Tabla 3.2-8 o Tabla 3.2-9;

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

TABLA 3.2-8 Equivalencias de vehículos livianos para pesados ET y recreacionales ER para determinar velocidades en segmentos en dos sentidos y segmentos direccionales.

Tipo de Vehículo	Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
			Nivelado	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.7	2.5
	> 600 -1200	> 300 -600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.1
	> 600 -1200	> 300 -600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

TABLA 3.2-9 Equivalencias de vehículos livianos para pesados ET y recreacionales ER para determinar tiempos de seguimiento en segmentos en dos sentidos y segmentos direccionales.

Tipo de Vehículo	Rango de flujo de dos vías (veh/hr)	Rango de flujo direccional (veh/hr)	Tipo de terreno	
			Nivelado	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	> 600 -1200	> 300 -600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	> 600 -1200	> 300 -600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Fuente: HCM 2000 Capítulo 20.

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

Según HCM 2010:

Factor de ajuste pesado del vehículo es computado de los equivalentes del vagón de pasajeros con 5-4 de Ecuación:

Ecuación 5-4

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + PT * (ET - 1) + PR * (ER - 1)}$$

Donde:

PR = La proporción de RVs en la tráfico de tráfico, expresado como un decimal;

ET = Equivalencia de pasajero-carro por camión, obtenido de la Tabla 3.3-6 o Tabla 3.3-7; y

ER = Equivalente del número de vehículos por vehículo recreacional, obtenido de la Tabla 3.3-6 o Tabla 3.3-8;

TABLA 3.3-7 ATS equivalente para camiones (Et) y RVs (ER) específico actualizado

Grado %	Longitud (milla)	Requerimiento del flujo direccional V_{veh} (Veh./hora)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	0.25	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.8	1.7	1.3	1.1
	0.50	3.7	3.4	3.3	3.2	2.7	2.6	2.6	2.3	2.0
	0.75	4.6	4.4	4.3	4.2	3.7	3.6	3.4	2.4	1.9
	1.00	5.2	5.0	4.9	4.9	4.4	4.2	4.1	3.0	1.6
	1.50	6.2	6.0	5.9	5.8	5.3	5.0	4.8	3.6	2.9
	2.00	7.3	6.9	6.7	6.5	5.7	5.5	5.3	4.1	3.5
	3.00	8.4	8.0	7.7	7.5	6.5	6.2	6.0	4.6	3.9
≥4.00	9.4	8.8	8.6	8.3	7.2	6.9	6.6	4.8	3.7	
≥3.5 <4.5	0.25	3.8	3.4	3.2	3.0	2.3	2.2	2.2	1.7	1.5
	0.50	5.5	5.3	5.1	5.0	4.4	4.2	4.0	2.8	2.2
	0.75	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	5.9	5.6	3.6	2.6
	1.00	7.9	7.6	7.4	7.3	6.7	6.6	6.4	5.3	4.7
	1.50	9.6	9.2	9.0	8.9	8.1	7.9	7.7	6.5	5.9
	2.00	10.3	10.1	10.0	9.9	9.4	9.1	8.9	7.4	6.7
	3.00	11.4	11.3	11.2	11.2	10.7	10.3	10.0	8.0	7.0
≥4.00	12.4	12.2	12.2	12.1	11.5	11.2	10.8	8.6	7.5	
≥4.5 <5.5	0.25	4.4	4.0	3.7	3.5	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5
	0.50	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.7	5.6	4.6	4.2
	0.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	1.00	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	8.9	8.8
	1.50	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4	10.2	10.1
	2.00	11.8	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.5	11.1	10.9
	3.00	13.7	13.7	13.6	13.6	13.3	13.1	13.0	11.9	11.3
≥4.00	15.3	15.3	15.2	15.2	14.6	14.2	13.8	11.3	10.0	
≥5.5 <6.5	0.25	4.8	4.6	4.5	4.4	4.0	3.9	3.8	3.2	2.9
	0.50	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
	0.75	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
	1.00	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.1
	1.50	11.9	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.7	11.6
	2.00	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7	12.6	12.5
	3.00	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.3	14.2	14.1
≥4.00	15.4	15.4	15.3	15.3	15.2	15.1	15.1	14.9	14.8	
≥6.5	0.25	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4
	0.50	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	0.75	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	1.00	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.2
	1.50	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.7
	2.00	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.7	12.6
	3.00	14.5	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.3	14.2
≥4.00	15.4	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.2	15.1	

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

RVS

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

TABLA 3.3-8.4 ATS equivalente para camiones (Et) y RVs (ER) ATS específico actualizado

Grado %	Longitud (milla)	Requerimiento del flujo direccional V_{vph} (Veh /hora)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	≤0.25	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.25 ≤0.75	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤1.25	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>1.25 ≤2.25	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.25	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥3.5 <4.5	≤0.75	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤3.50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>3.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥4.5 <5.5	≤2.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥5.5 <6.5	≤0.75	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
≥6.5	≤2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4

Fuente: HCM 2010 Capítulo 15

ER Equivalente de número de vehículos por vehículo recreacional

ET Equivalente de número de vehículos por camión

RVS

ATS Velocidad promedio de viaje

APLICACIÓN PRACTICA TRAMO

“FALDA LA QUEÑUA- CRUCE SAN LORENZO”

4.1.-Ubicación del tramo en estudio.-

La región donde se desarrolla el proyecto corresponde a la zona montañosa y por lo tanto el recorrido de la ruta transcurre en una gran parte sobre terrenos rocosos. Los estudios de la Falda la Queñua, corroboraron la obtención de una mejor alternativa para el paso a través de la Cumbre de Sama, cuya altitud en el proyecto actual alcanza los 3.950 m.s.n.m. Posibilitaron desarrollar un trazado a través de una variante por el faldeo del cerro de La Queñua, con mejores características técnicas llegándose a una altitud máxima de 3.480 m.s.n.m., en el paso del referido cerro.

FIGURA 4.1.1 UBICACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El clima en la parte más alta del proyecto corresponde a la zona fría y seca típicamente montañosa, y a clima templado seco en los valles. La vegetación en general es escasa, aún en los valles, excepto donde se cuenta con un curso de agua permanente. La hidrología, por tratarse de una zona montañosa, está compuesta por cursos de agua bien definidos, donde, dependiendo de la pendiente, el escurrimiento es más o menos torrencioso.

En general, toda la zona es poco desarrollada, aunque existe un importante potencial de desarrollo agrícola a través de esquemas de riego que están en estudio o en etapa de desarrollo, pues el recurso hídrico es uno de los principales obstáculos para ampliar la frontera agrícola de la región.

4.2.- Determinación de las propiedades físicas y geométricas del tramo

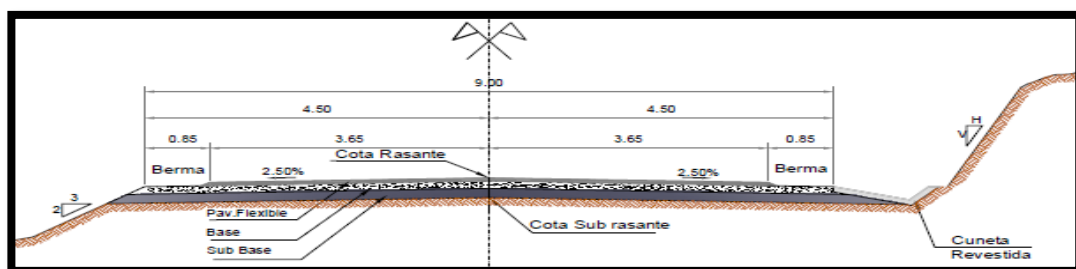
A las restricciones de diseño se deben añadir las dificultades en épocas de fuertes lluvias, por deficiencias en su sistema de drenaje y taludes no estabilizados, originándose frecuentes interrupciones del tráfico con los consiguientes perjuicios para la economía de la región y de los usuarios.

La actual carretera Potosí –Tarija, se desarrolla en terreno ondulado y montañoso, y en algunos lugares en condiciones topográficas muy difíciles.

A continuación se presenta una breve descripción de la topografía y morfología general, dividida por tramos para diferenciar más claramente las características particulares del tramo.

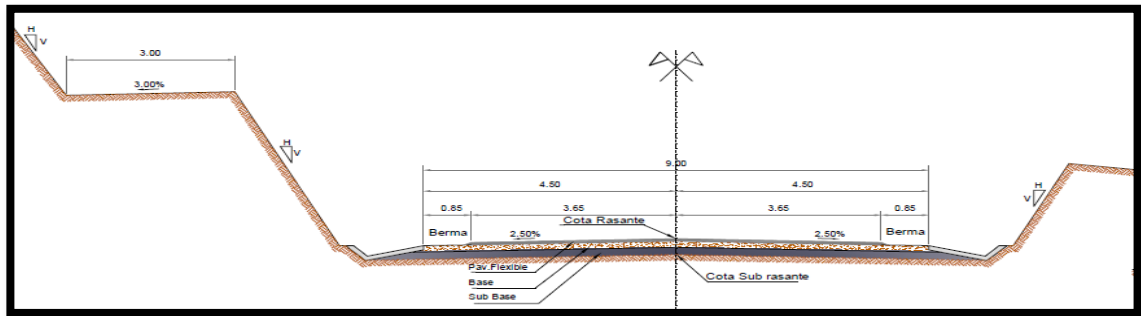
Tipos de secciones en el tramo Falda la Queñua Cruce San Lorenzo.

FIGURA 4.2.1. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO EN TANGENTE MIXTA



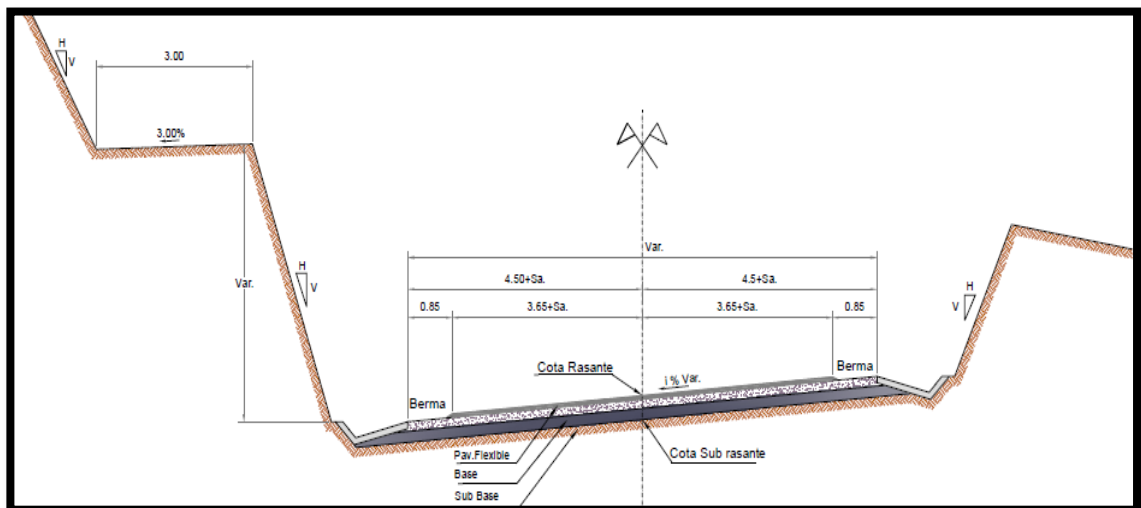
FUENTES DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES: ADMINISTRACIÓN BOLIVIANA DE CARRETERA

FIGURA 4.2.2. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO EN TANGENTE – CORTE



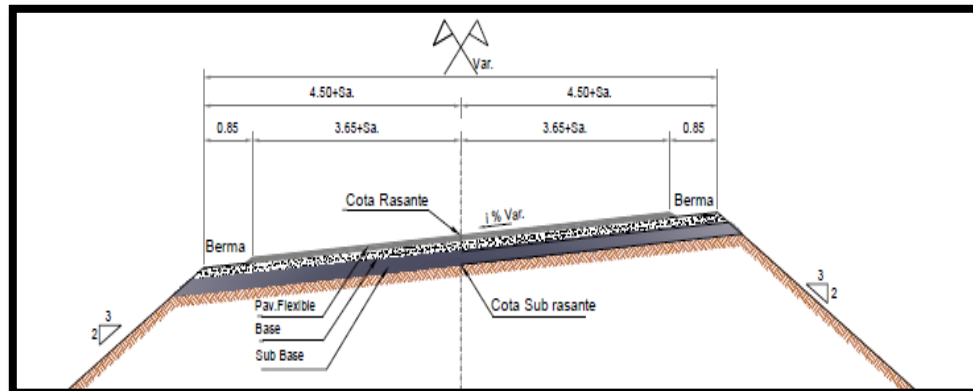
FUENTES DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES: ADMINISTRACIÓN
BOLIVIANA DE CARRETERAS

FIGURA 4.2.3. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO EN TRAMO CURVO - CORTE



FUENTES DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES: ADMINISTRACIÓN
BOLIVIANA DE CARRETERAS

FIGURA 4.2.4. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO EN TERRAPLÉN - CURVA



NOTAS:

- Bombeo normal: 2.00 %
- Var.= Variable
- Sa. = Sobreebancho

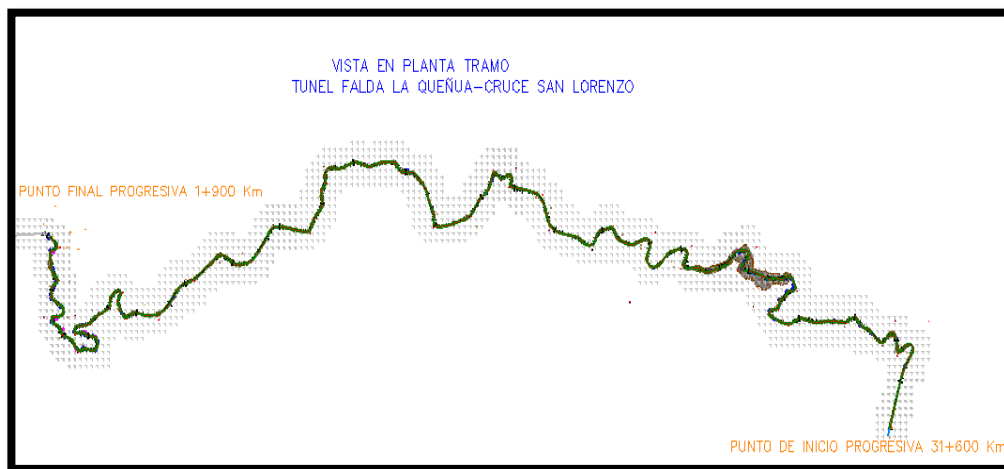
• Paquete estructural:

Carpeta asfáltica:	0.06m
Base:	0.15m
Sub Base:	0.17m
Berma:	Tratamiento superficial simple

FUENTES DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES: ADMINISTRACIÓN
BOLIVIANA DE CARRETERAS

4.2.1.-Topografía

FIGURA 4.2.1.1.-VISTA EN PLANTA 31+600 KM PROGRESIVA



FUENTE: FUENTE: ADMINISTRACIÓN BOLIVIANA DE CARRETERAS

FOTO 4.2.1.2 IMAGEN SATELITAL DEL TRAMO TÚNEL FALDA LA QUEÑUA CRUCE-SAN LORENZO



FUENTE: GOOGLE EARTH

4.3.-Determinacion de puntos de aforo.-

TABLA 4.3.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE AFORO

PUNTOS	PROGRESIVA	TIPO DE TERRENO	PENDIENTE
1	2+800	MONTAÑOSO	8
2	3+400	CURVA	8
3	4+400	MONTAÑOSO	7,34
4	6+300	CURVA	7,89
5	8+400	RECTA	3,33
6	9+600	PLANA	1,75
7	9+800	ONDULADA	2,85
8	10+300	RECTA	2,85
9	10+600	ONDULADA	2,78
10	11+600	CURVA	2,88
11	12+000	MONTAÑOSO	4,66
12	12+200	ONDULADA	2,44
13	12+800	MONTAÑOSO	6,39
14	13+200	PLANA	1,47
15	14+200	MONTAÑOSO	7,65
16	15+580	CURVA	7,91
17	16+000	RECTA	7,2
18	17+400	ONDULADA	4,15
19	18+500	MONTAÑOSO	7,96
20	19+900	ONDULADA	3,45
21	21+000	MONTAÑOSO	7,99
22	21+900	CURVA	7,99
23	22+600	MONTAÑOSO	7,98
24	24+500	MONTAÑOSO	6
25	25+200	MONTAÑOSO	8
26	27+500	PLANA	0,86
27	27+800	PLANA	1,93
28	28+000	RECTA	1,28
29	28+500	RECTA	1
30	29+000	PLANA	0,8

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.3.2 CLASIFICACION DE LOS 30 PUNTOS

PLANTA	PENDIENTES	PUNTOS	TOTAL	
RECTAS		5-8-17-28-29	5	PUNTOS
CURVAS		2-4-10-16-22	5	PUNTOS
PERFIL	PENDIENTE	PUNTOS		
PLANAS	0-2 %	6-14-26-27-30	5	PUNTOS
ONDULADAS	2-4 %	7-9-12-18-20	5	PUNTOS
MONTAÑOSA	>4%	1-3-11-13-15	10	PUNTOS
		19-21-23-24-25		
		TOTAL	30	PUNTOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.4.- Fase de gabinete.-

Una vez obtenido los 20 puntos de aforo, proseguimos a calcular los aforos y velocidades medias para luego entrar a las tablas de HCM 2000 y HCM 2010 y calcular el nivel de servicio que está en función de: Velocidad promedio de viaje y el porcentaje de tiempo utilizando en seguir un vehículo.

4.5.- Recopilación de datos.-

En la recopilación de datos se trabajó con esta tabla modelo para todos los demás puntos donde se toman en cuenta los vehículos: camiones, buses, recreo y otros.

Estas tablas están en los ANEXO 1: punto1 al punto30.

TABLA 4.5.1 TABLA MODELO PARA AFOROS

ANCHO CARRIL	3,65 m	PROGRESIVA	PUNTO	1-M	
BERMA	0,85 m	2+800	LUNES 01/09/2014		
TIPOS DE VEHICULOS					
	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
07:00 -	→	0	0	0	24
08:00	←	12	4	0	36
8:00	→	4	0	0	20
9:00	←	12	4	0	8
9:00	→	4	0	0	16
10:00	←	4	4	0	8
10:00	→	20	0	0	4
11:00	←	0	0	0	20
11:00	→	8	0	0	12
12:00	←	8	0	0	36
12:00	→	8	0	0	16
13:00	←	8	4	0	24
13:00	→	8	0	0	8
14:00	←	8	0	0	24
14:00	→	4	4	0	32
15:00	←	8	0	0	20
15:00	→	8	4	0	16
16:00	←	8	0	0	16
16:00	→	8	0	0	24
17:00	←	4	8	0	4
17:00	→	20	0	0	8
18:00	←	0	0	0	20
18:00	→	12	4	0	20
19:00	←	4	4	0	16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.5. TABLA MODELO PARA VELOCIDADES

PUNTO	TIEMPO	SENTIDO TUNEL VELOCIDADES KM/H					KM/H					VELOCIDAD PROMEDIO KM/H	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TUNEL KM/H	CRUCE S.L KM/H
PUNTO 1	7:00-8:00	27,903	41,398	29,68	33,98471	28,367	46,04	39,474	32,967	30,1	26,20087	32,26565946	34,95554612
	8:00-9:00	33,708	35,964	15,27	23,04738	18,634	37,38	49,779	31,6178	36,397	11,76432	25,32516433	33,38659966
	9:00-10:00	32,579	39,003	34,16	19,65066	26,627	24,62	32,847	32	17,787	23,03263	30,40318149	26,05794183
	10:00-11:00	23,499	29,15	13,49	11,91658	31,802	38,63	23,841	17,3494	16,129	19,65066	21,9720899	23,11935078
	11:00-12:00	37,383	17,69	19,32	34,78261	11,873	23,64	17,527	19,6507	35,914	32,65899	24,21064528	25,87755642
	12:00-13:00	26,966	32,686	23,5	31,44105	11,823	14,1	17,787	14,0313	38,606	35,49946	25,28287351	24,00374239
	13:00-14:00	17,69	17,63	33,8	11,82266	26,766	28,92	33,866	33,3952	14,035	17,60391	21,54229374	25,56325088
	14:00-15:00	38,503	11,873	23,5	31,80212	35,246	17,72	38,627	34,8837	31,196	18,509	28,1845161	28,18634076
	15:00-16:00	11,905	18,424	36,92	23,98401	33,803	18,63	16,209	38,6266	11,823	34,78261	25,00768251	24,0148667
	16:00-17:00	34,783	12,654	22,02	29,97502	23,438	39,82	26,766	12,2658	20,42	17,60391	24,57345134	23,37564345
	17:00-18:00	13,177	14,196	23,17	32,6087	17,604	19,3	30,56	17,5867	23,301	30,82192	20,1502748	24,31456433
	18:00-19:00	11,483	11,984	25,09	17,60391	18,424	14,15	11,738	16,8114	12,101	18,61331	16,91640821	14,68176366

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.6.-Aforo de volúmenes de tráfico.-

Resultados de aforo:

Luego de realizar el aforo por hora mediante 30 días sacamos los promedios por día que están en los ANEXOS 2 (montañosas 10 puntos, ondulada 5 puntos, plana 5 puntos, rectas 5 puntos y curvas 5 puntos)

TABLA 4.6.1 RESULTADO DE AFORO DE ZONAS MONTAÑOSAS

MEDIA DE MEDIA-----MONTAÑOSAS					
PUNTO	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREEO	OTROS
PUNTO 1	→	78	28	0	198
	←	83	28	0	238
PUNTO 3	→	27	21	0	118
	←	59	13	0	134

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.6.2 RESULTADO DE AFORO DE ZONAS ONDULADAS

MEDIA DE MEDIA-----ONDULADAS					
PUNTO 5	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
	→	85	25	0	198
PUNTO 6	←	60	21	0	228
PUNTO 7	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
	→	26	16	0	122
PUNTO 8	←	64	10	0	136

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.6.3 RESULTADO DE AFORO DE ZONAS PLANAS

MEDIA DE MEDIA----PLANAS					
PUNTO 9	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
	→	82	26	0	202
PUNTO 10	←	74	28	0	230
PUNTO 11	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
	→	58	22	0	134
PUNTO 12	←	52	10	0	128

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.6.4 RESULTADO DE AFORO DE ZONAS CURVAS

MEDIA DE MEDIA-----CURVAS					
	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
PUNTO 13	→	95	25	0	217
PUNTO 14	←	91	19	0	227
	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
PUNTO 15	→	25	20	0	117
PUNTO16	←	56	16	0	138

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.6.5 RESULTADO DE AFORO DE ZONAS CURVAS

MEDIA DE MEDIA ----RECTA					
	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
PUNTO 17	→	90	26	0	201
PUNTO 18	←	74	21	0	227
	SENTIDO	CAMIONES	BUSES	RECREO	OTROS
PUNTO 19	→	26	20	0	137
PUNTO 20	←	47	15	0	144

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.7.-Velocidades promedio de viaje.-

Resultados de las velocidades de viaje

TABLA 4.7.1 RESULTADO DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE

VEHICULOS PESADOS			
VELOCIDAD MEDIA /MEDIA			
ZONA	PUNTO	VELOCIDAD	UNIDAD
MONTAÑOSA	1	24,69	Km./hora
MONTAÑOSA	2	23,29	Km./hora
MONTAÑOSA	3	22,15	Km./hora
MONTAÑOSA	4	22,45	Km./hora
ONDULADA	5	23,82	Km/hora
ONDULADA	6	22,88	Km/hora
ONDULADA	7	21,32	Km/hora
ONDULADA	8	22,14	Km/hora
PLANA	9	30,56	Km/hora
PLANA	10	28,35	Km/hora
PLANA	11	30,36	Km/hora
PLANA	12	28,37	Km/hora
RECTA	13	34,47	Km./hora
RECTA	14	30,04	Km./hora
RECTA	15	30,92	Km./hora
RECTA	16	27,07	Km./hora
CURVA	17	24,69	Km./hora
CURVA	18	23,29	Km./hora
CURVA	19	22,15	Km./hora
CURVA	20	22,45	Km./hora
MEDIA		25,77	Km/hora
MAYOR		34,47	Km/hora
MENOR		21,32	Km/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 4.7.2 RESULTADO DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE

VEHICULOS PESADOS Y LIVIANOS			
VELOCIDAD MEDIA /MEDIA			
ZONA	PUNTO	VELOCIDAD	UNIDAD
MONTAÑOSA	1	54,91	Km./hora
MONTAÑOSA	2	54,16	Km./hora
MONTAÑOSA	3	53,02	Km./hora
MONTAÑOSA	4	52,42	Km./hora
ONDULADA	5	58,75	Km/hora
ONDULADA	6	57,51	Km/hora
ONDULADA	7	56,84	Km/hora
ONDULADA	8	57,89	Km/hora
PLANA	9	70,17	Km/hora
PLANA	10	68,48	Km/hora
PLANA	11	68,23	Km/hora
PLANA	12	70,27	Km/hora
RECTA	13	75,16	Km./hora
RECTA	14	73,14	Km./hora
RECTA	15	68,11	Km./hora
RECTA	16	74,93	Km./hora
CURVA	17	54,94	Km./hora
CURVA	18	53,23	Km./hora
CURVA	19	53,40	Km./hora
CURVA	20	55,46	Km./hora
MEDIA		61,55	Km/hora
MAYOR		75,16	Km/hora
MENOR		52,42	Km/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para calcular las velocidades de los 30 puntos cada punto se marcó una distancia de 100 m y cada que pasaba un vehículo pesado se comenzó a cronometrar en cada punto, esto se realizó 30 días las planillas velocidades están en el ANEXO 3 (punto1 al punto30), en ANEXO 4 (Promedio de las velocidades de las zonas montañosas 10 puntos, onduladas 5 puntos, planas 5 puntos, curvas 5 puntos y rectas 5 puntos).

4.8.-Aplicación del método HCM 2000.-

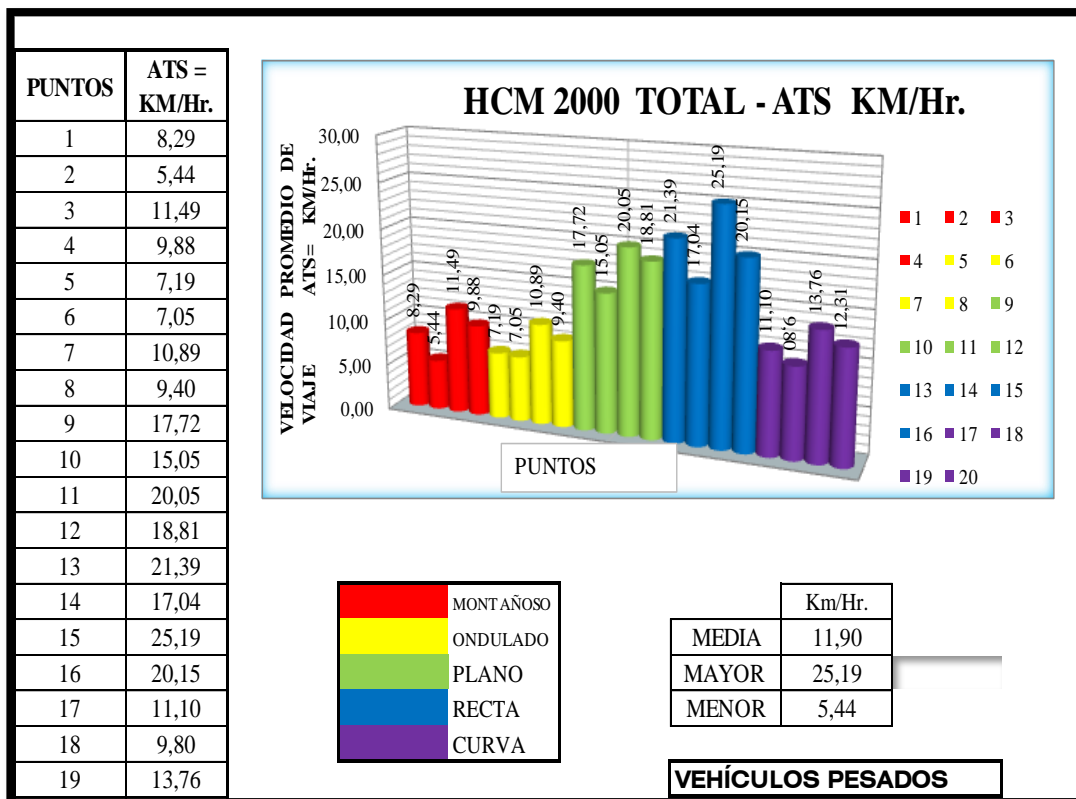
Para la aplicación de método HCM 2000, 20 puntos donde: 4 montañosos, 4 onduladas, 4 planas, 4 rectas y 4 curvas se utilizó las tablas del capítulo III para su respectivo cálculo.

**4.8.1.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA APLICACIÓN
DEL HCM 2000**

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS)						
PUNTOS	ATS = KM/Hr	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	8,29	E	MONTAÑOSA	1	46,41	B
2	5,44	E	MONTAÑOSA	2	48,45	B
3	11,49	E	MONTAÑOSA	3	41,50	B
4	9,88	E	MONTAÑOSA	1	45,15	B
5	7,19	E	ONDULADA	5	49,48	B
6	7,05	E	ONDULADA	6	49,77	B
7	10,89	E	ONDULADA	7	41,17	B
8	9,40	E	ONDULADA	8	47,41	B
9	17,72	E	PLANA	9	44,59	B
10	15,05	E	PLANA	10	46,28	B
11	20,05	E	PLANA	11	36,44	B
12	18,81	E	PLANA	12	34,20	A
13	21,39	E	RECTA	13	45,20	B
14	17,04	E	RECTA	14	45,15	B
15	25,19	E	RECTA	15	33,61	A
16	20,15	E	RECTA	16	35,52	B
17	11,10	E	CURVA	17	44,87	B
18	9,80	E	CURVA	18	46,72	B
19	13,76	E	CURVA	19	33,81	A
20	12,31	E	CURVA	20	37,75	B
MEDIA	13,60	E		MEDIA	42,67	B
MAYOR	25,19	E		MAYOR	49,77	B
MENOR	5,44	E		MENOR	33,61	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

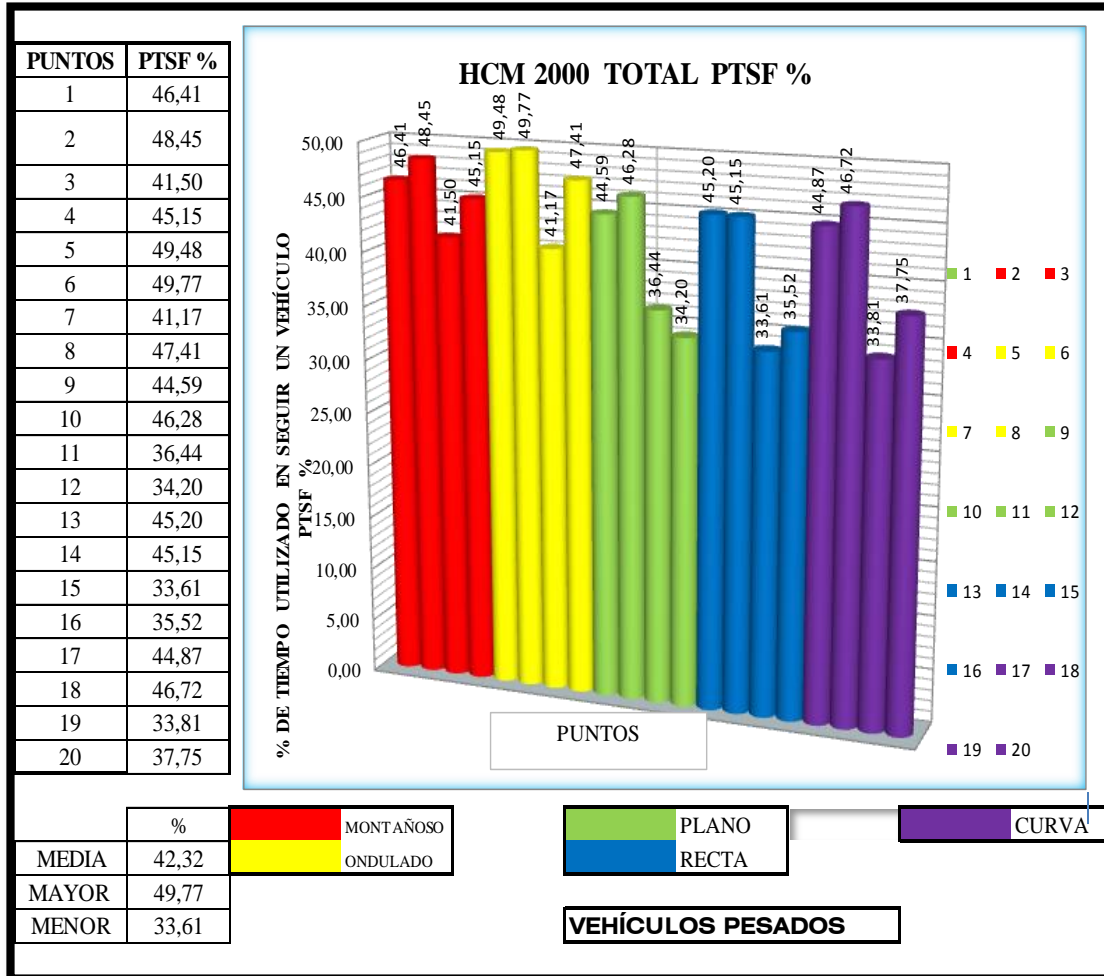
4.8.2.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la velocidad promedio es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que la velocidad promedio de viaje varía entre 5.44-25.19 Km/hr. Teniendo una media de 11.90 Km/hr.

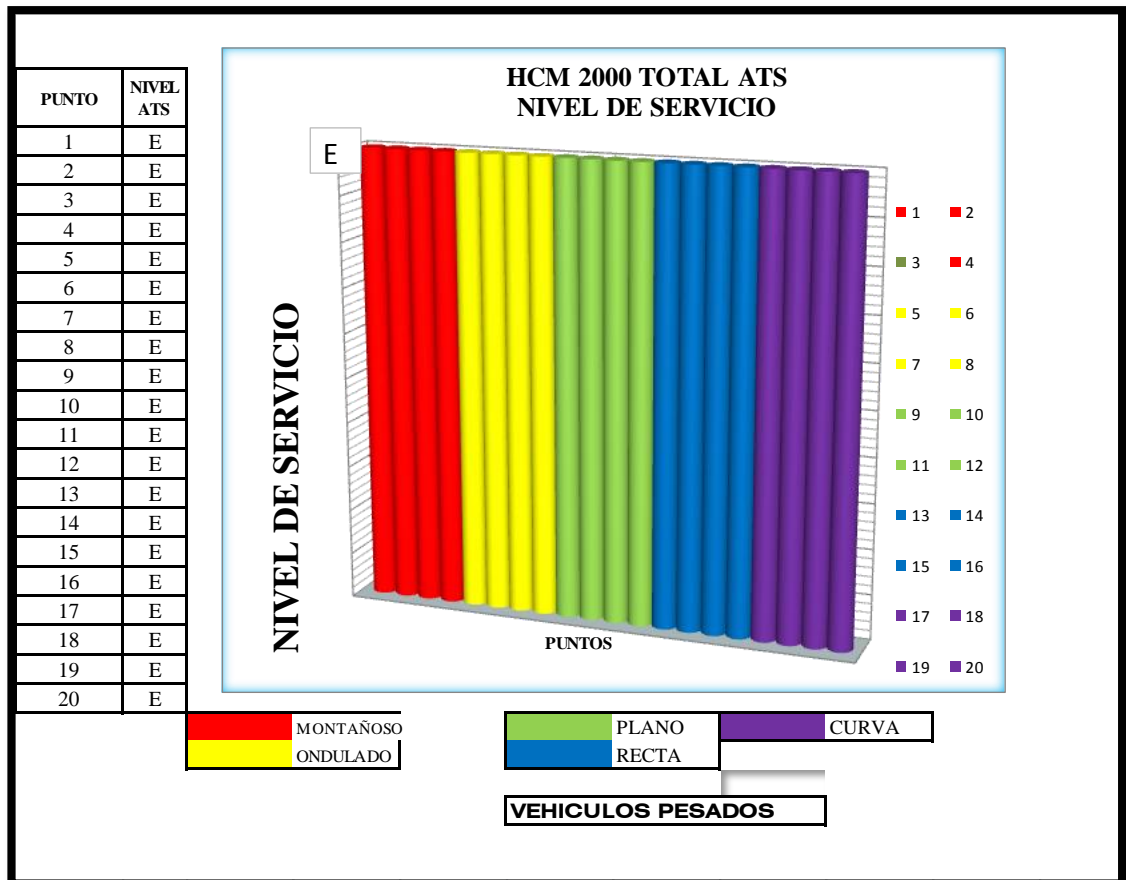
4.8.3.- CUADRO GENERAL DE PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHÍCULO APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo varía entre 33.61-49.77% Teniendo una media de 42.32 % PTSF.

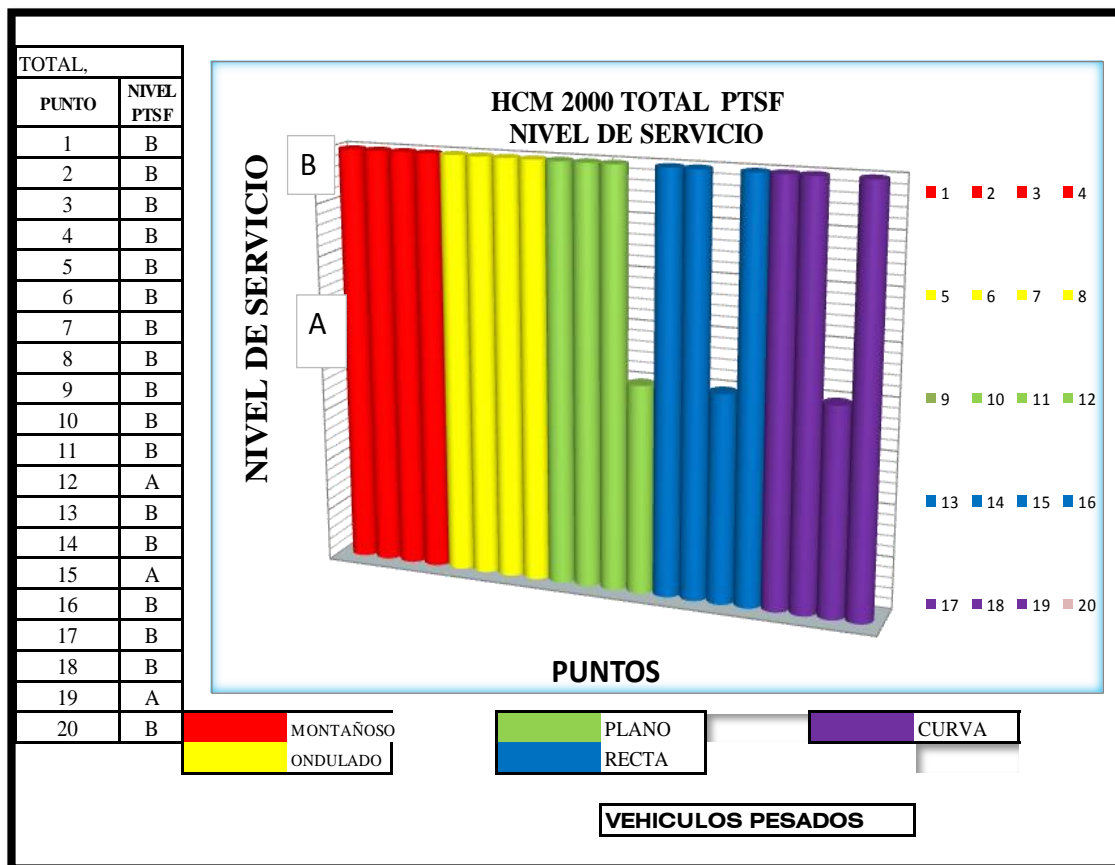
4.8.4.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E.

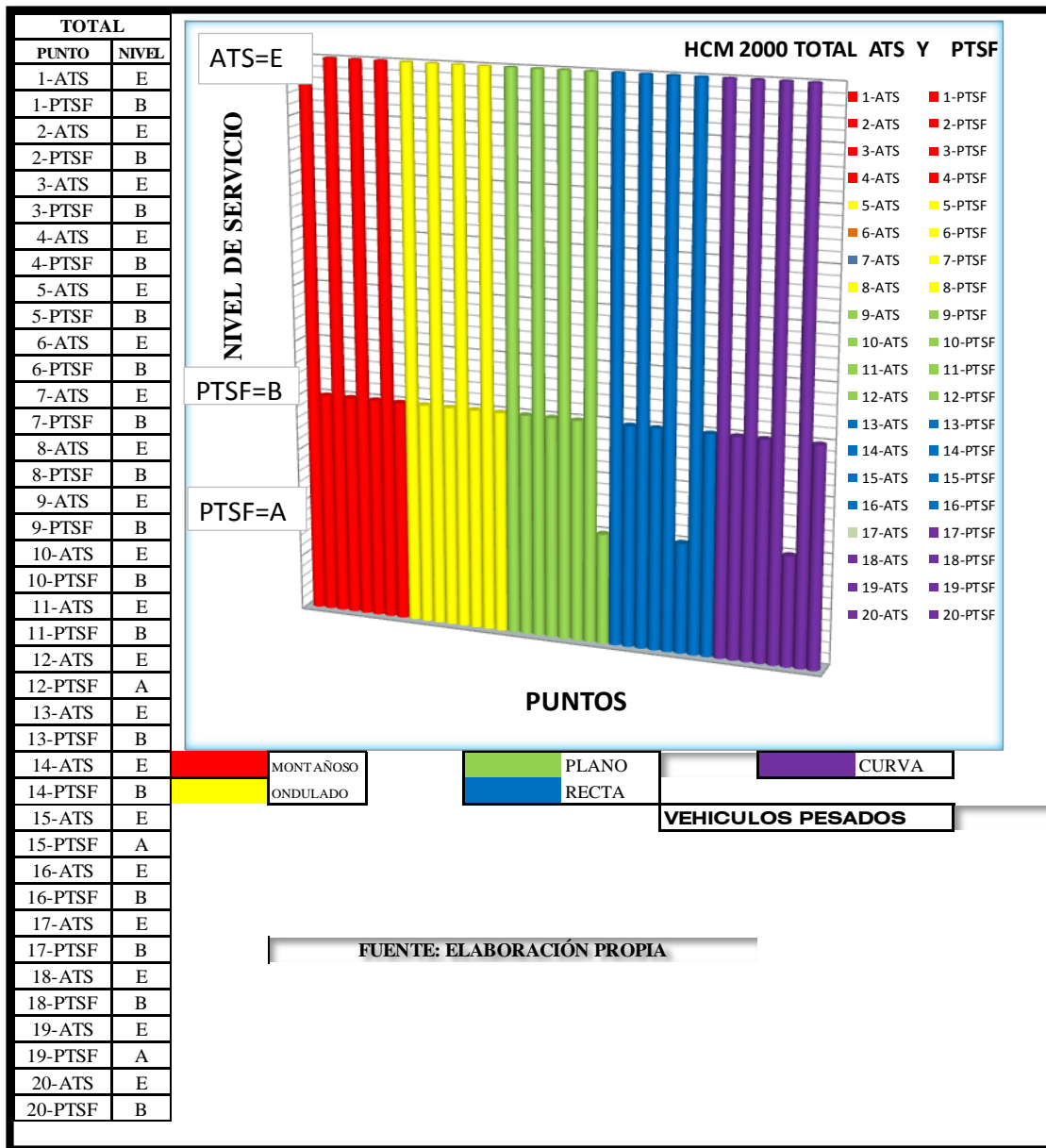
4.8.5.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar tres puntos A, los cuales son significativos en las zonas curva, ondulada y recta.

4.8.6.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000



Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa tres puntos A en las zonas ondulado, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

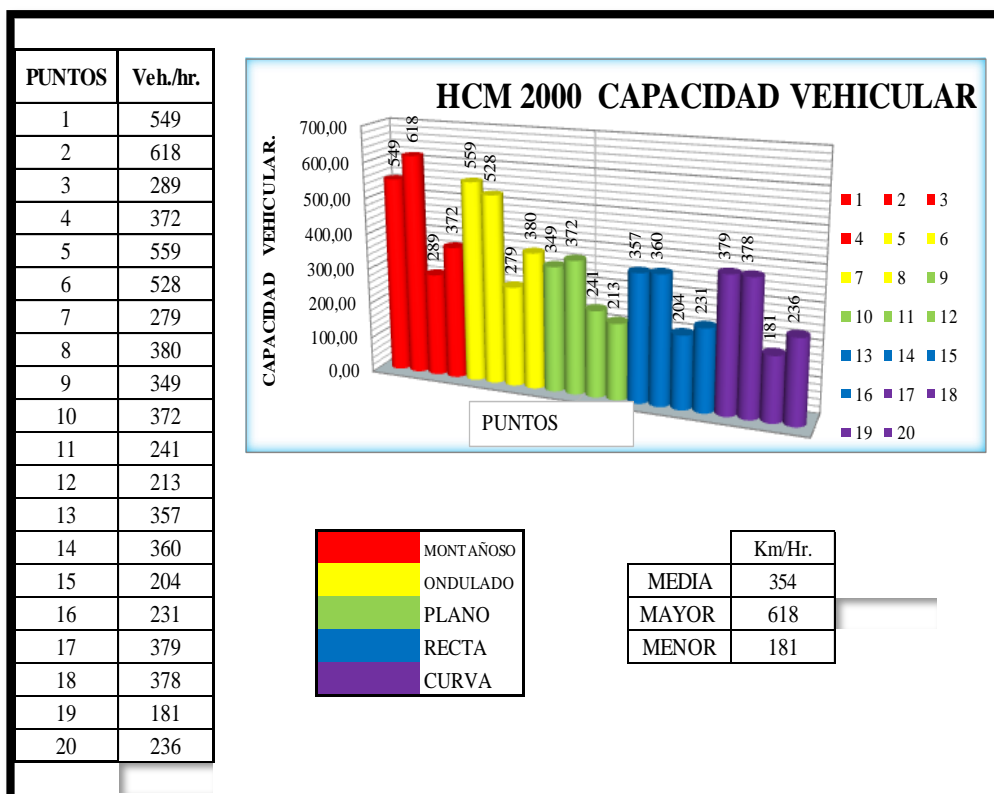
**4.8.7.- TABLA GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR
APLICANDO LA HCM 2000**

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS)			
CAPACIDAD VEHÍCULAR			
ZONA	PUNTO	Vehículo	SENTIDO
MONTAÑOSA	1	549	Veh./hora
MONTAÑOSA	2	618	Veh./hora
MONTAÑOSA	3	289	Veh./hora
MONTAÑOSA	4	372	Veh./hora
ONDULADA	5	559	Veh./hora
ONDULADA	6	528	Veh./hora
ONDULADA	7	279	Veh./hora
ONDULADA	8	380	Veh./hora
PLANA	9	349	Veh./hora
PLANA	10	372	Veh./hora
PLANA	11	241	Veh./hora
PLANA	12	213	Veh./hora
RECTA	13	357	Veh./hora
RECTA	14	360	Veh./hora
RECTA	15	204	Veh./hora
RECTA	16	231	Veh./hora
CURVA	17	379	Veh./hora
CURVA	18	378	Veh./hora
CURVA	19	181	Veh./hora
CURVA	20	236	Veh./hora
MEDIA		354	Veh/hora
MAYOR		618	Veh/hora
MENOR		181	Veh/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 181-618 Veh. /Hr. Teniendo una media de 354 Veh. /hr.

4.8.8.- CUADRO GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 (PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 181-618 Veh. /Hr. Teniendo una media de 354 Veh. /hr.

TABLA 4.8.9 RESULTADO DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE

VEHICULOS PESADOS Y LIVIANOS			
VELOCIDAD MEDIA /MEDIA			
ZONA	PUNTO	VELOCIDAD	UNIDAD
MONTAÑOSA	1	54,91	Km./hora
MONTAÑOSA	2	54,16	Km./hora
MONTAÑOSA	3	53,02	Km./hora
MONTAÑOSA	4	52,42	Km./hora
ONDULADA	5	58,75	Km/hora
ONDULADA	6	57,51	Km/hora
ONDULADA	7	56,84	Km/hora
ONDULADA	8	57,89	Km/hora
PLANA	9	70,17	Km/hora
PLANA	10	68,48	Km/hora
PLANA	11	68,23	Km/hora
PLANA	12	70,27	Km/hora
RECTA	13	75,16	Km./hora
RECTA	14	73,14	Km./hora
RECTA	15	68,11	Km./hora
RECTA	16	74,93	Km./hora
CURVA	17	54,94	Km./hora
CURVA	18	53,23	Km./hora
CURVA	19	53,40	Km./hora
CURVA	20	55,46	Km./hora
MEDIA		61,55	Km/hora
MAYOR		75,16	Km/hora
MENOR		52,42	Km/hora

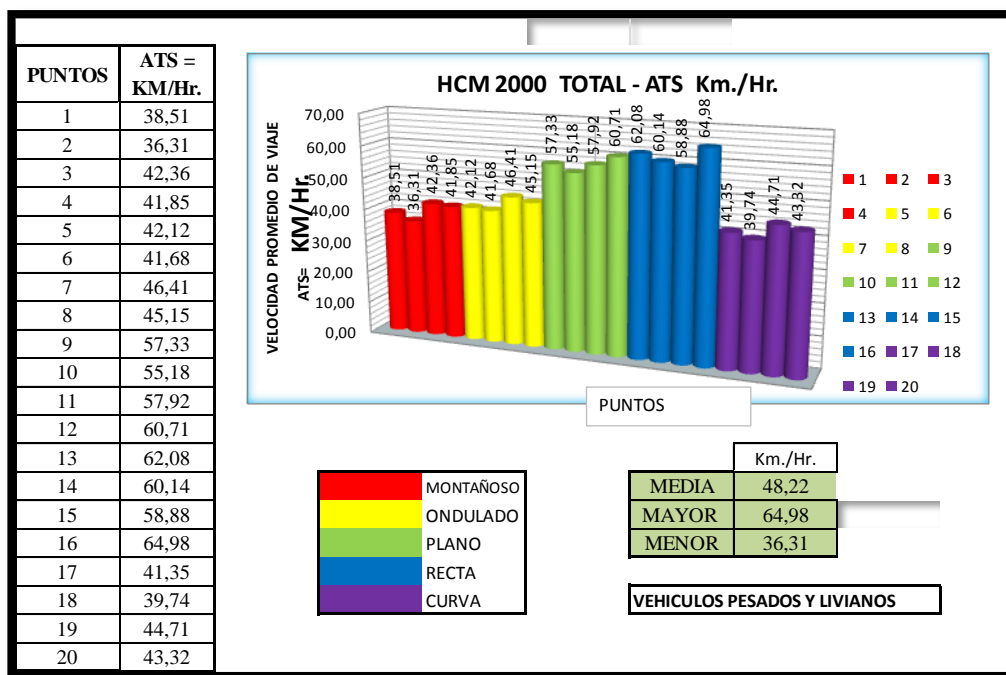
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.8.10.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA
APLICACIÓN DEL HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	38,51	E	MONTAÑOSA	1	46,41	B
2	36,31	E	MONTAÑOSA	2	48,45	B
3	42,36	E	MONTAÑOSA	3	41,50	B
4	41,85	E	MONTAÑOSA	1	45,15	B
5	42,12	E	ONDULADA	5	49,48	B
6	41,68	E	ONDULADA	6	49,77	B
7	46,41	E	ONDULADA	7	41,17	B
8	45,15	E	ONDULADA	8	47,41	B
9	57,33	E	PLANA	9	44,59	B
10	55,18	E	PLANA	10	46,28	B
11	57,92	E	PLANA	11	36,44	B
12	60,71	D	PLANA	12	34,20	A
13	62,08	D	RECTA	13	45,20	B
14	60,14	D	RECTA	14	45,15	B
15	58,88	E	RECTA	15	33,61	A
16	64,98	D	RECTA	16	35,52	B
17	41,35	E	CURVA	17	44,87	B
18	39,74	E	CURVA	18	46,72	B
19	44,71	E	CURVA	19	33,81	A
20	43,32	E	CURVA	20	37,75	B
MEDIA	49,04	E		MEDIA	42,67	B
MAYOR	64,98	D		MAYOR	48,45	B
MENOR	36,31	E		MENOR	34,20	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

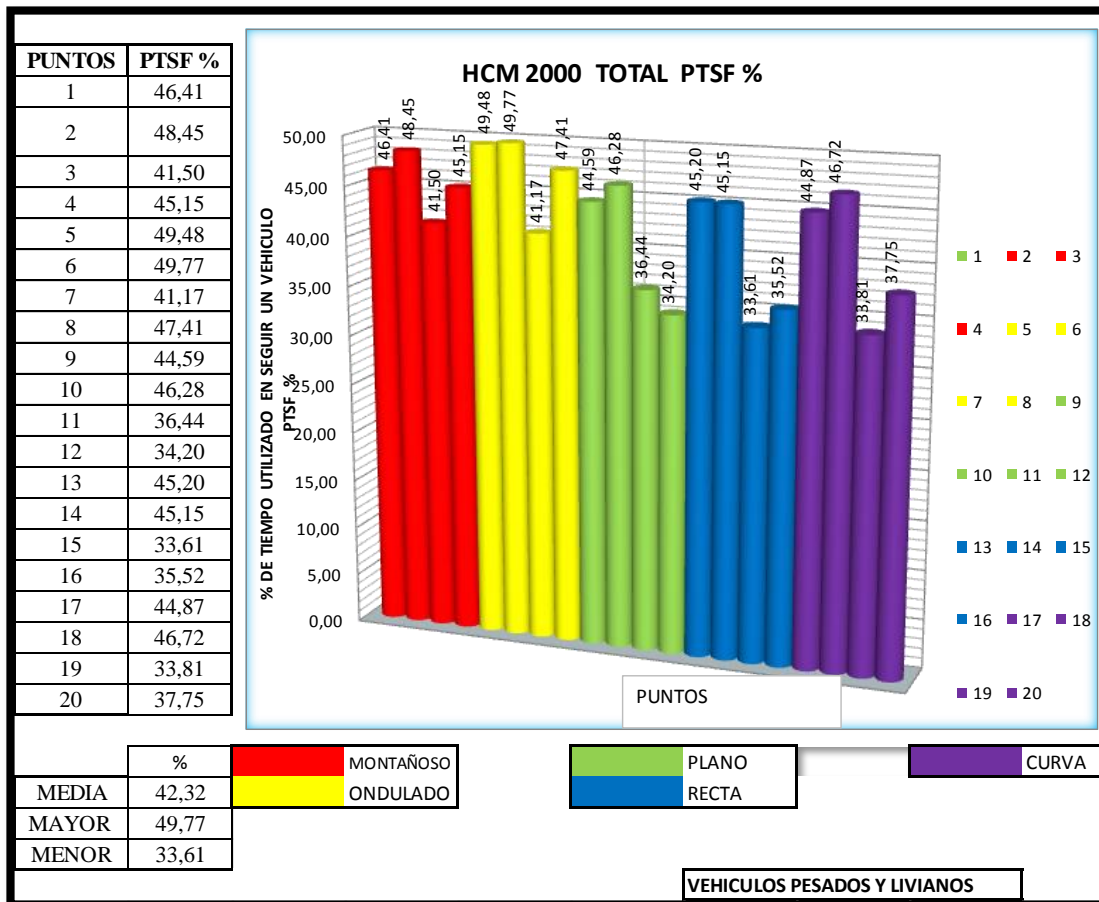
4.8.11.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la velocidad promedio es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que la velocidad promedio de viaje varía entre 36.31-64.98 Km/hr. Teniendo una media de 48.22 Km/hr.

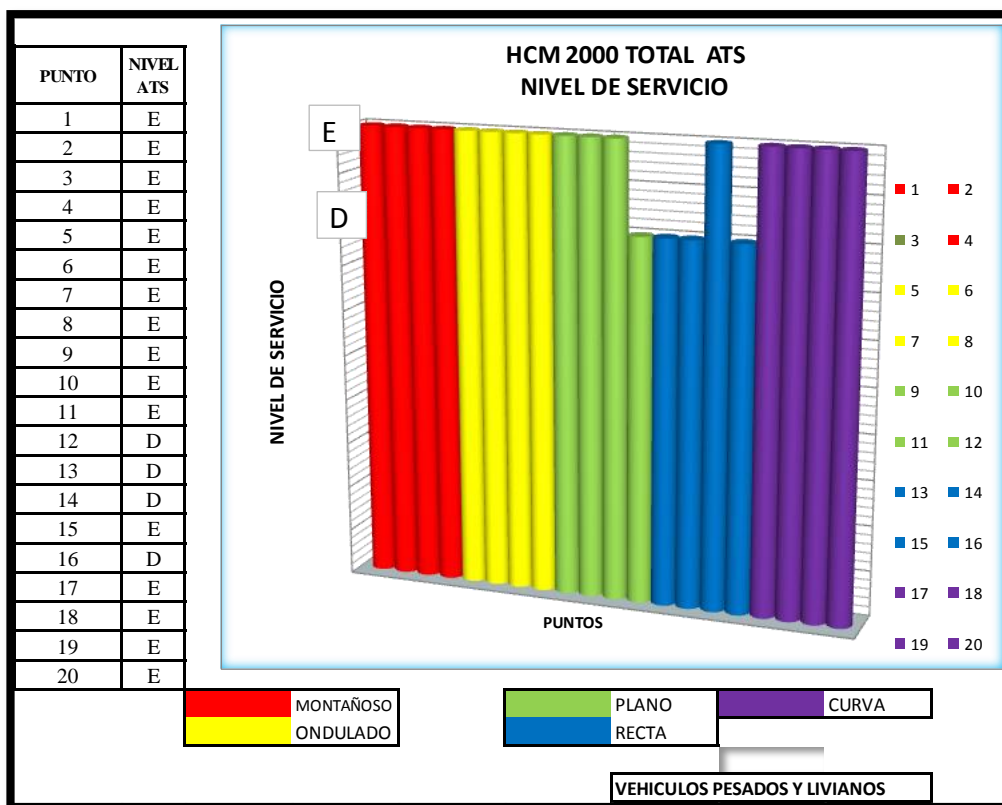
4.8.12.- CUADRO GENERAL DE PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHÍCULO APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo varía entre 33.61-49.77% Teniendo una media de 42.32 % PTSF.

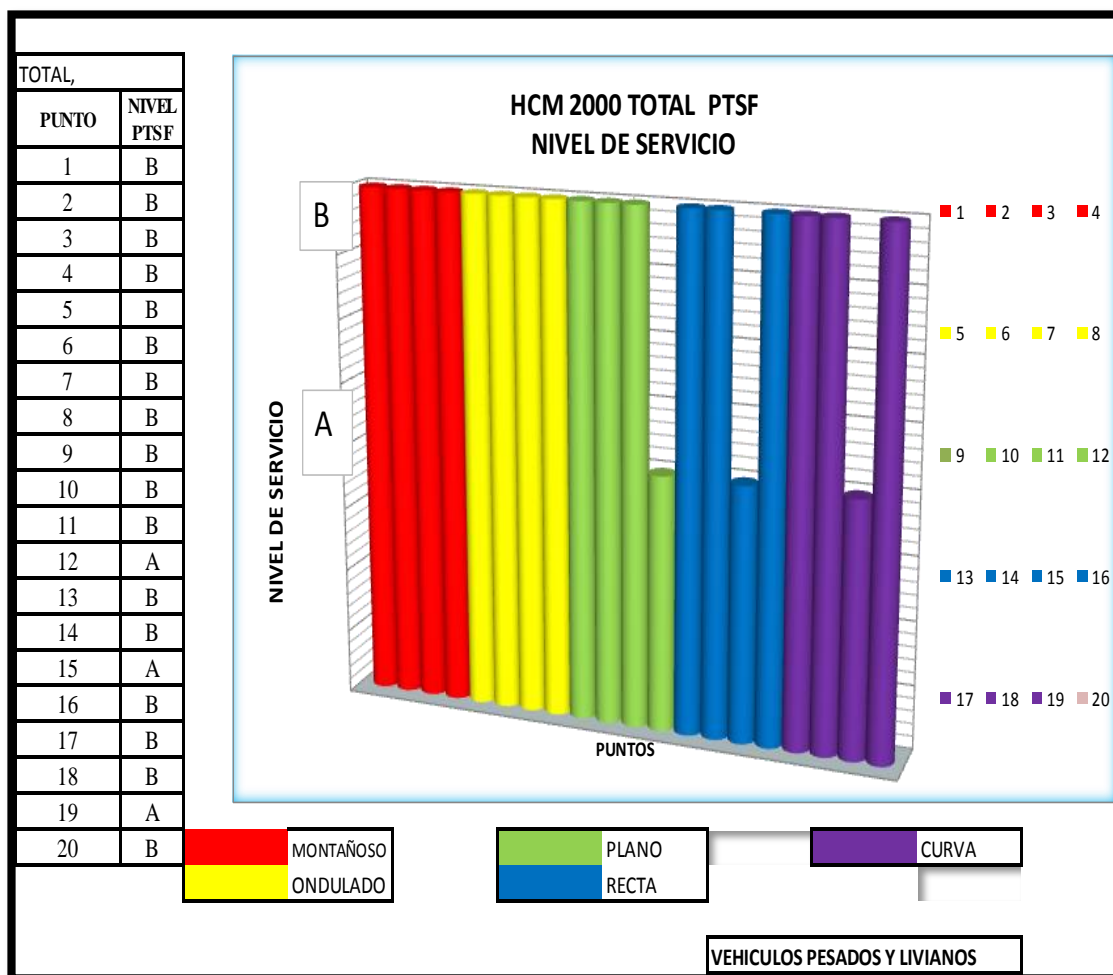
4.8.13.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa vehículos pesados tomando como base el promedio de viaje clasifica a los tramos de estudio en NIVEL DE SERVICIO E independiente de las condiciones de plano, ondulado, montañoso, recto y curva. Mientras que en el análisis al conjunto de vehículos el nivel E se mantiene en 16 de los 20 puntos de análisis, solo 4 puntos suben a nivel D porque tienen una velocidad mayor a 60 Km/Hr.

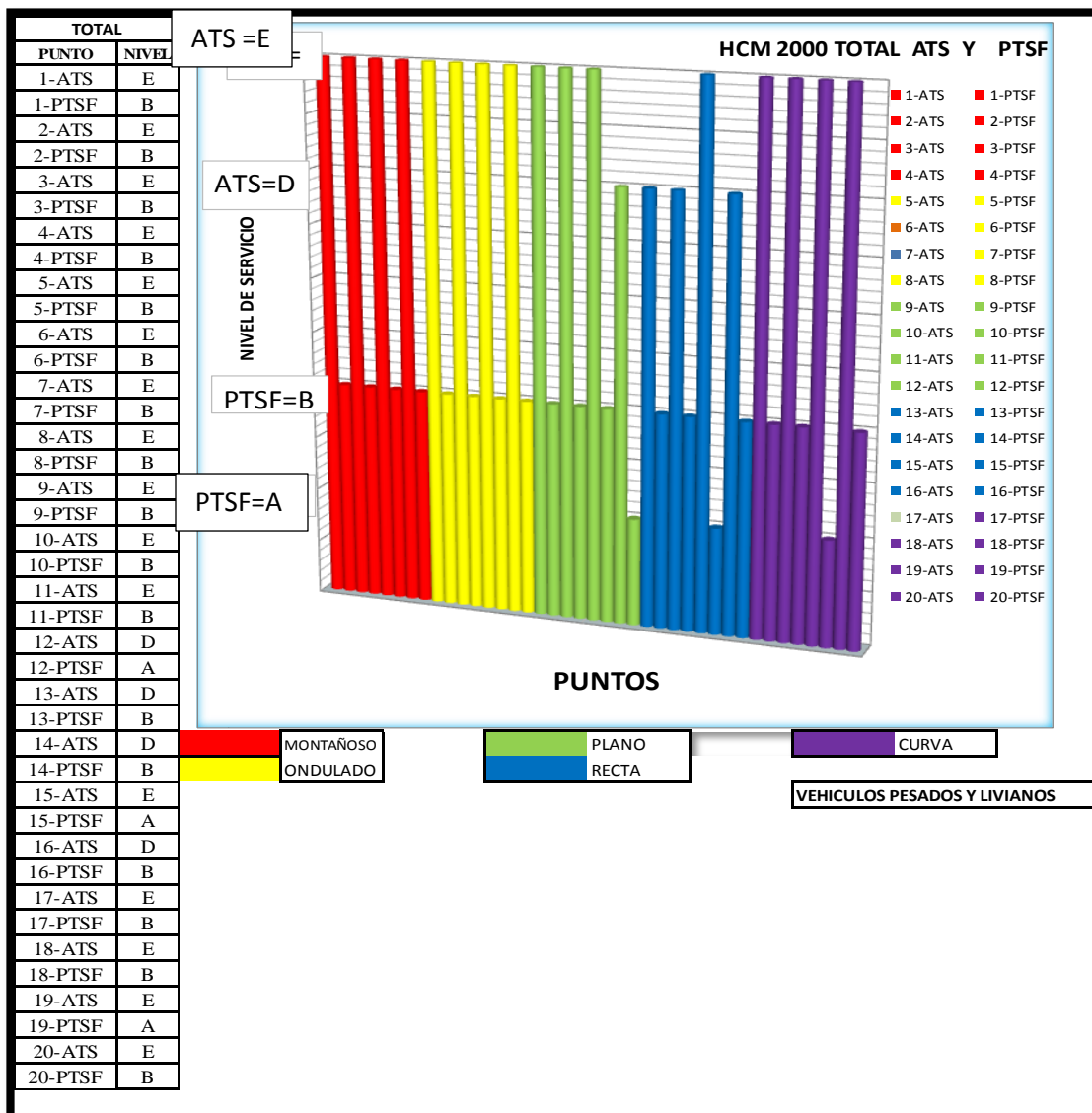
**4.8.14.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y
PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN
VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar tres puntos A, los cuales son significativos en las zonas curva, ondulada y recta.

4.8.15.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según(PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa tres puntos A en las zonas ondulada, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

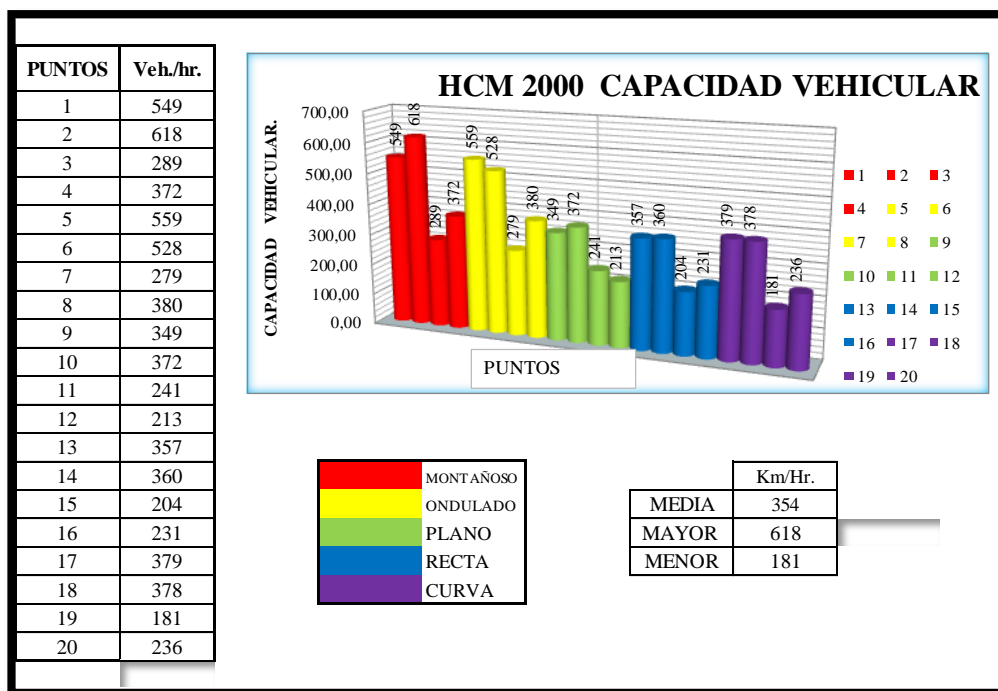
4.8.16.- TABLA GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)			
CAPACIDAD VEHICULAR			
ZONA	PUNTO	VD	SENTIDO
MONTAÑOSA	1	549	Veh./hora
MONTAÑOSA	2	618	Veh./hora
MONTAÑOSA	3	289	Veh./hora
MONTAÑOSA	4	372	Veh./hora
ONDULADA	5	559	Veh./hora
ONDULADA	6	528	Veh./hora
ONDULADA	7	279	Veh./hora
ONDULADA	8	380	Veh./hora
PLANA	9	349	Veh./hora
PLANA	10	372	Veh./hora
PLANA	11	241	Veh./hora
PLANA	12	213	Veh./hora
RECTA	13	357	Veh./hora
RECTA	14	360	Veh./hora
RECTA	15	204	Veh./hora
RECTA	16	231	Veh./hora
CURVA	17	379	Veh./hora
CURVA	18	378	Veh./hora
CURVA	19	181	Veh./hora
CURVA	20	236	Veh./hora
MEDIA		354	Veh/hora
MAYOR		618	Veh/hora
MENOR		181	Veh/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 181-618 Veh. /Hr. Teniendo una media de 354 Veh. /hr.

4.8.17.- CUADRO GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)



Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 181-618 Veh. /Hr. Teniendo una media de 354 Veh. /hr.

4.9.- Aplicación del método HCM 2010.-

Para la aplicación del método HCM 2010, se pudo observar 20 puntos donde: 4 montañosos, 4 onduladas, 4 planas, 4 rectas y 4 curvas se utilizó las tablas del capítulo III para su respectivo cálculo.

TABLA 4.9.1 RESULTADO DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE

VEHICULOS PESADOS			
VELOCIDAD MEDIA /MEDIA			
ZONA	PUNTO	VELOCIDAD	UNIDAD
MONTAÑOSA	1	24,69	Km./hora
MONTAÑOSA	2	23,29	Km./hora
MONTAÑOSA	3	22,15	Km./hora
MONTAÑOSA	4	22,45	Km./hora
ONDULADA	5	23,82	Km/hora
ONDULADA	6	22,88	Km/hora
ONDULADA	7	21,32	Km/hora
ONDULADA	8	22,14	Km/hora
PLANA	9	30,56	Km/hora
PLANA	10	28,35	Km/hora
PLANA	11	30,36	Km/hora
PLANA	12	28,37	Km/hora
RECTA	13	34,47	Km./hora
RECTA	14	30,04	Km./hora
RECTA	15	30,92	Km./hora
RECTA	16	27,07	Km./hora
CURVA	17	24,69	Km./hora
CURVA	18	23,29	Km./hora
CURVA	19	22,15	Km./hora
CURVA	20	22,45	Km./hora
MEDIA		25,77	Km/hora
MAYOR		34,47	Km/hora
MENOR		21,32	Km/hora

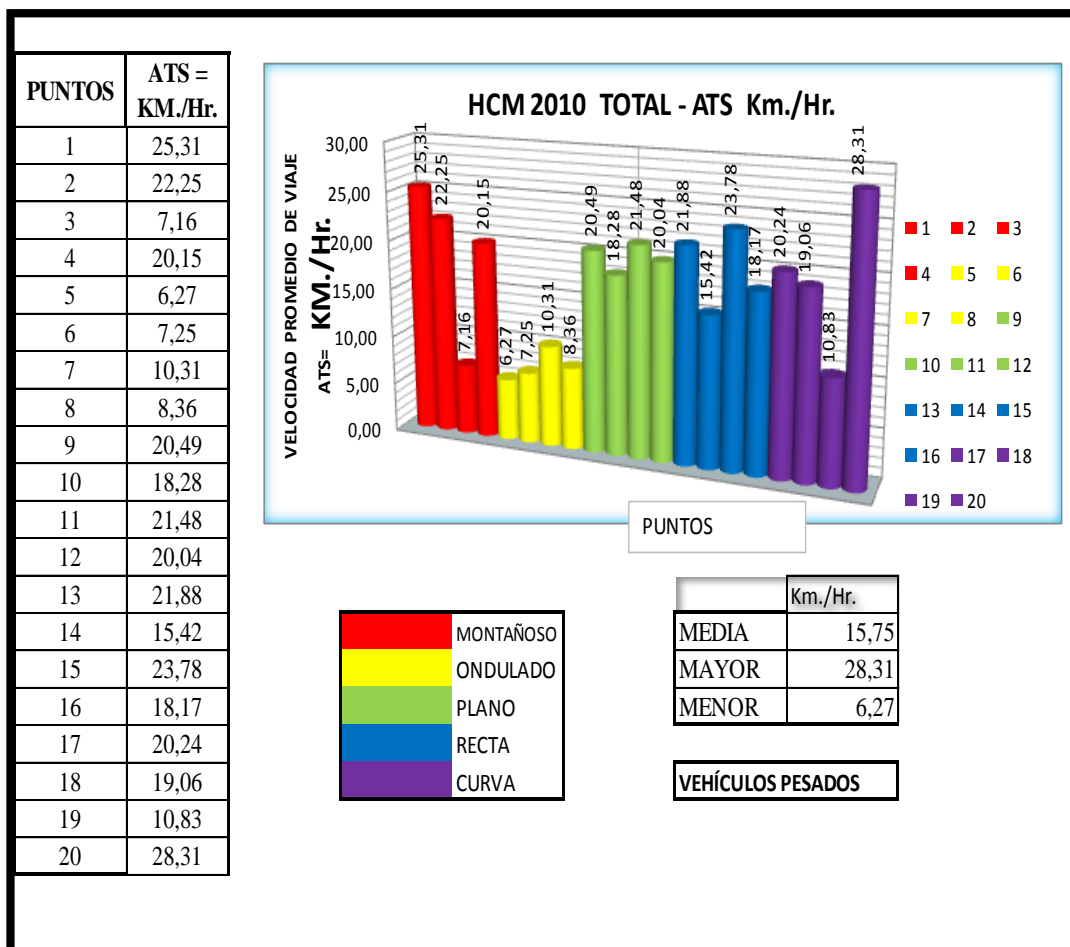
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.9.2.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA APLICACIÓN DEL
HCM 2010 (PESADOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2010 PESADOS						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	25,31	E	MONTAÑOSA	1	62,98	C
2	22,25	E	MONTAÑOSA	2	64,04	C
3	7,16	E	MONTAÑOSA	3	40,77	B
4	20,15	E	MONTAÑOSA	1	43,79	B
5	6,27	E	ONDULADA	5	48,96	B
6	7,25	E	ONDULADA	6	49,04	B
7	10,31	E	ONDULADA	7	34,79	A
8	8,36	E	ONDULADA	8	38,50	B
9	20,49	E	PLANA	9	51,14	C
10	18,28	E	PLANA	10	53,87	C
11	21,48	E	PLANA	11	42,30	B
12	20,04	E	PLANA	12	39,69	B
13	21,88	E	RECTA	13	41,86	B
14	15,42	E	RECTA	14	52,93	C
15	23,78	E	RECTA	15	38,80	B
16	18,17	E	RECTA	16	40,70	B
17	20,24	E	CURVA	17	50,38	C
18	19,06	E	CURVA	18	50,38	C
19	10,83	E	CURVA	19	39,47	B
20	28,31	E	CURVA	20	41,47	B
MEDIA	17,25	E		MEDIA	46,29	B
MAYOR	28,31	E		MAYOR	64,04	C
MENOR	6,27	E		MENOR	34,79	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

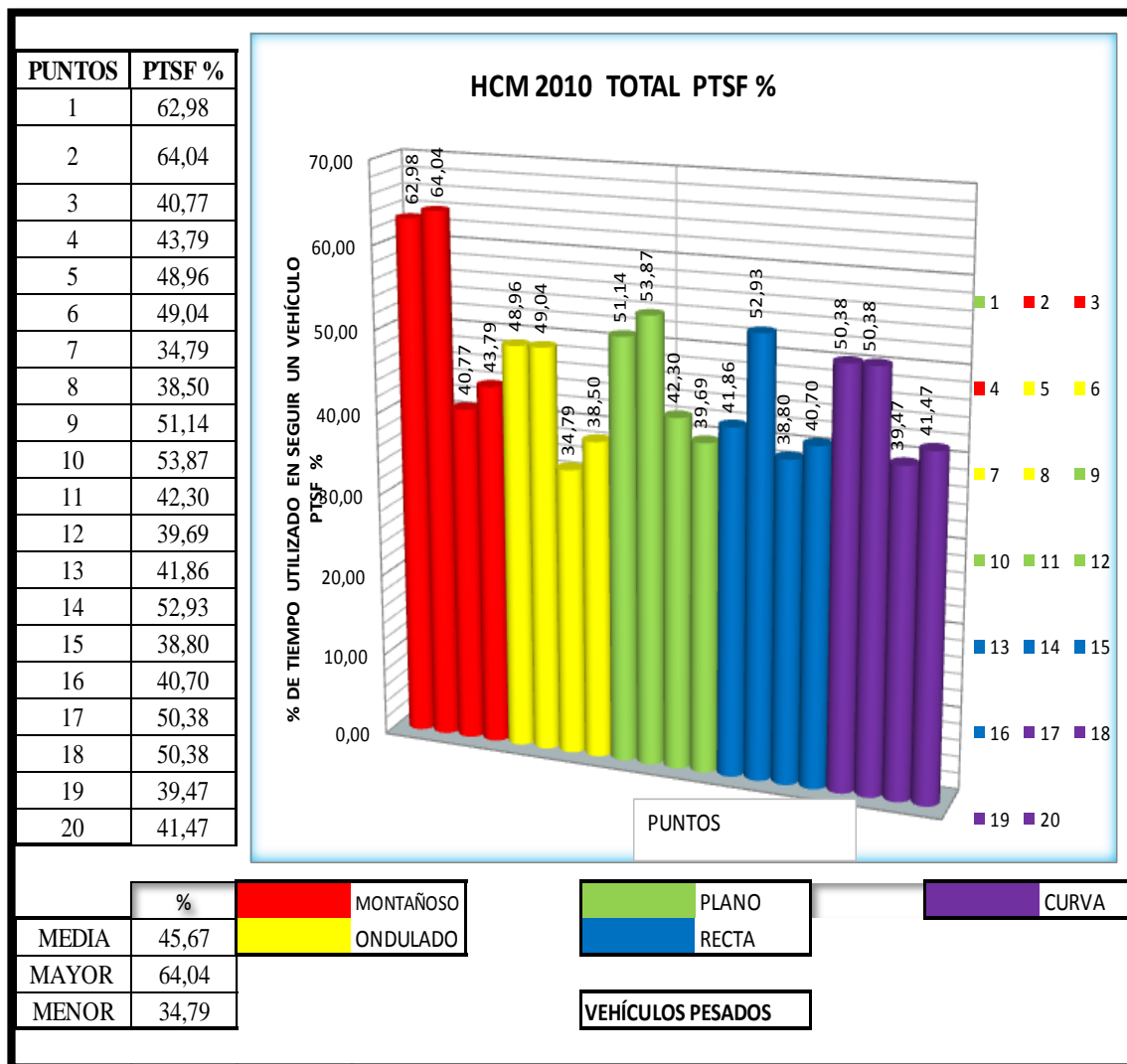
4.9.3.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la velocidad promedio es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que la velocidad promedio de viaje varía entre 6.27-28.31Km/hr. Teniendo una media de 15.75 Km./hr.

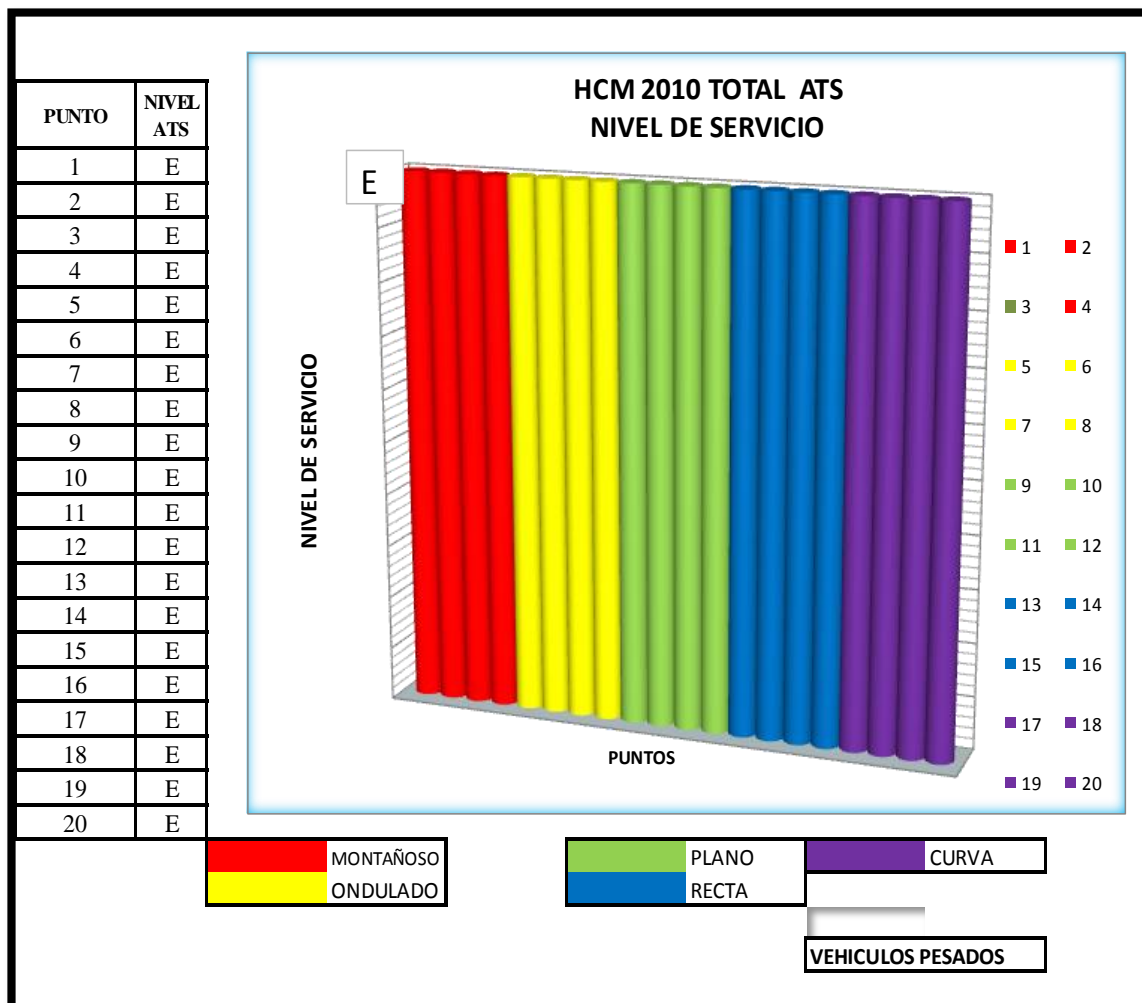
4.9.4.- CUADRO GENERAL DE PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo varía entre 34.79-64.04 %. Teniendo una media de 45.67 % PTSF

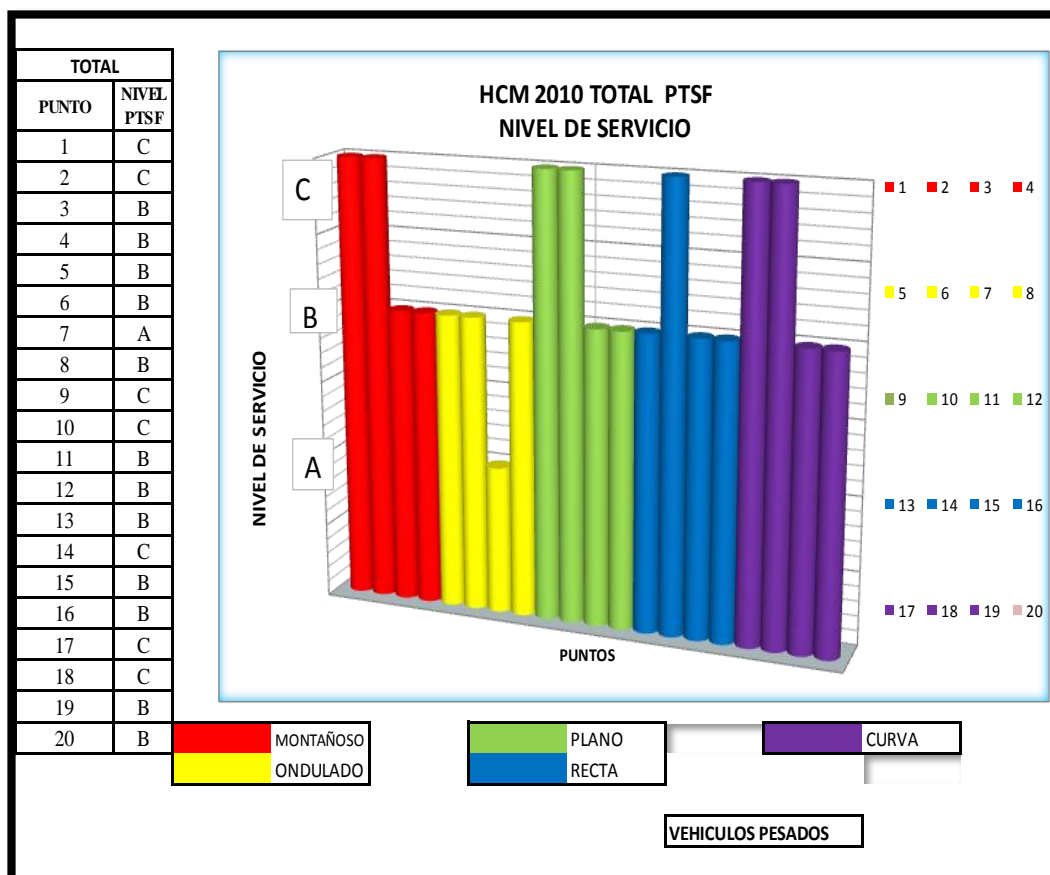
4.9.5.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS)



FUENTE: CREACION PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E

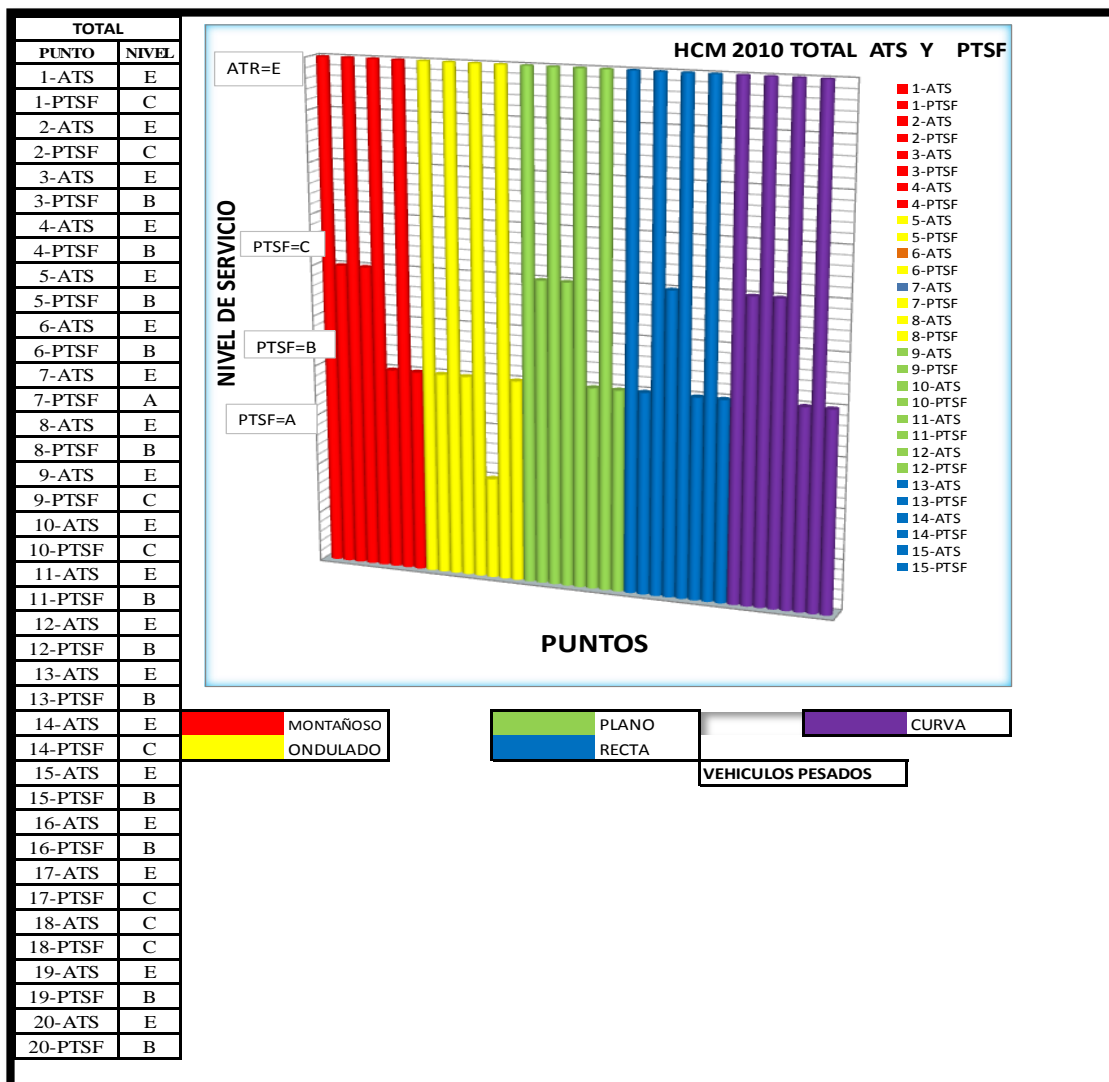
4.9.6.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar siete puntos C y un punto A, los cuales son significativos en las zonas montañosas, ondulada, recta y curva.

4.9.7.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según (PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa un puntos A en las zonas ondulada, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

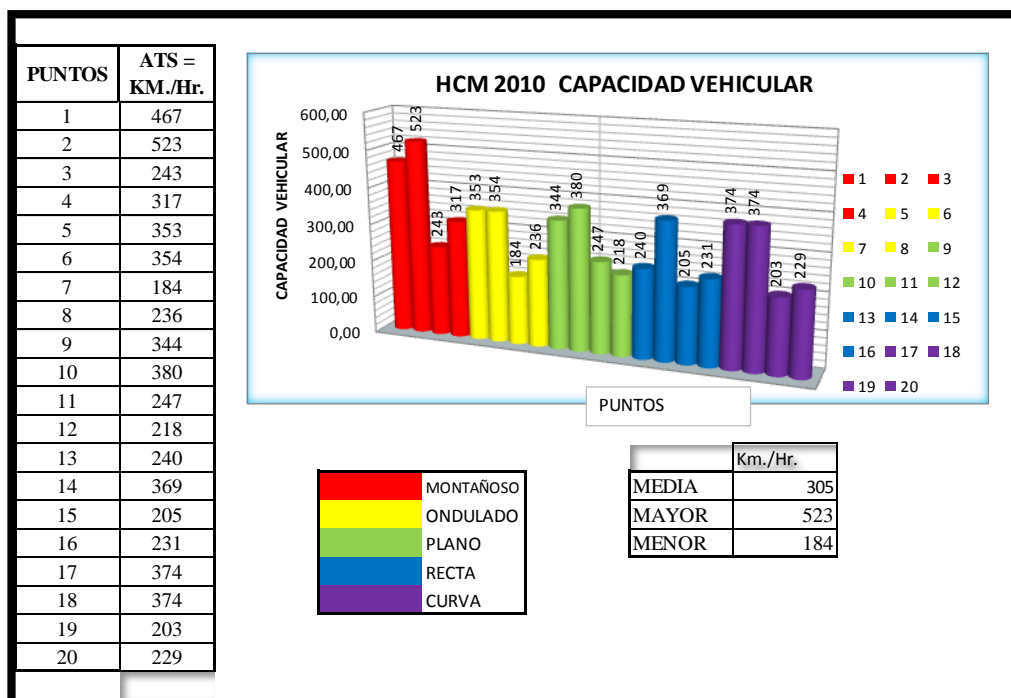
**4.9.8.- TABLA GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR
APLICANDO LA HCM 2010**

RESULTADOS DEL HCM 2010			
CAPACIDAD VEHICULAR			
ZONA	PUNTO	VD	SENTIDO
MONTAÑOSA	1	467	Veh./hora
MONTAÑOSA	2	523	Veh./hora
MONTAÑOSA	3	243	Veh./hora
MONTAÑOSA	4	317	Veh./hora
ONDULADA	5	353	Veh./hora
ONDULADA	6	354	Veh./hora
ONDULADA	7	184	Veh./hora
ONDULADA	8	236	Veh./hora
PLANA	9	344	Veh./hora
PLANA	10	380	Veh./hora
PLANA	11	247	Veh./hora
PLANA	12	218	Veh./hora
RECTA	13	240	Veh./hora
RECTA	14	369	Veh./hora
RECTA	15	205	Veh./hora
RECTA	16	231	Veh./hora
CURVA	17	374	Veh./hora
CURVA	18	374	Veh./hora
CURVA	19	203	Veh./hora
CURVA	20	229	Veh./hora
MEDIA		305	Veh/hora
MAYOR		523	Veh/hora
MENOR		184	Veh/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 184-523 Veh. /Hr. Teniendo una media de 305 Veh. /hr.

4.9.9.- CUADRO GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 (PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 184-523 Veh. /Hr. Teniendo una media de 305 Veh. /hr.

NOTA

DE LA PAGINA 203 A 282

REVISAR EN ANEXOS LA CARPETA

HCM 2010 PESADOS PDF CÁLCULO

**TABLA 4.9.10 RESULTADO DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE
(PESADOS Y LIVIANOS)**

VEHICULOS PESADOS Y LIVIANOS			
VELOCIDAD MEDIA /MEDIA			
ZONA	PUNTO	VELOCIDAD	UNIDAD
MONTAÑOSA	1	54,91	Km./hora
MONTAÑOSA	2	54,16	Km./hora
MONTAÑOSA	3	53,02	Km./hora
MONTAÑOSA	4	52,42	Km./hora
ONDULADA	5	58,75	Km/hora
ONDULADA	6	57,51	Km/hora
ONDULADA	7	56,84	Km/hora
ONDULADA	8	57,89	Km/hora
PLANA	9	70,17	Km/hora
PLANA	10	68,48	Km/hora
PLANA	11	68,23	Km/hora
PLANA	12	70,27	Km/hora
RECTA	13	75,16	Km./hora
RECTA	14	73,14	Km./hora
RECTA	15	68,11	Km./hora
RECTA	16	74,93	Km./hora
CURVA	17	54,94	Km./hora
CURVA	18	53,23	Km./hora
CURVA	19	53,40	Km./hora
CURVA	20	55,46	Km./hora
MEDIA		61,55	Km/hora
MAYOR		75,16	Km/hora
MENOR		52,42	Km/hora

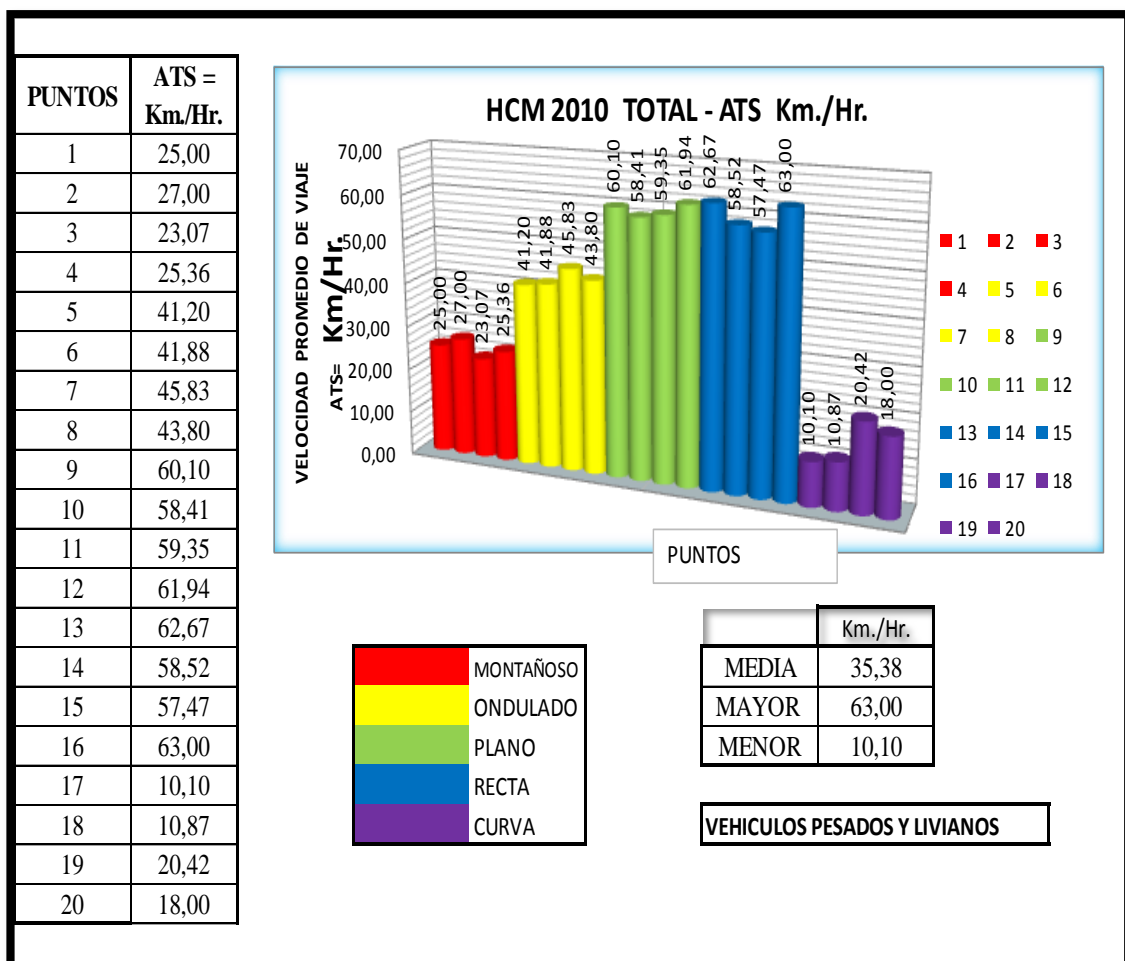
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.9.11.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA
APLICACIÓN DEL HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2010 PESADOS Y LIVIANOS						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	25,00	E	MONTAÑOSA	1	62,98	C
2	27,00	E	MONTAÑOSA	2	64,04	C
3	23,07	E	MONTAÑOSA	3	40,77	B
4	25,36	E	MONTAÑOSA	1	43,79	B
5	41,20	E	ONDULADA	5	48,96	B
6	41,88	E	ONDULADA	6	49,04	B
7	45,83	E	ONDULADA	7	34,79	A
8	43,80	E	ONDULADA	8	38,50	B
9	60,10	E	PLANA	9	51,14	C
10	58,41	E	PLANA	10	53,87	C
11	59,35	E	PLANA	11	42,30	B
12	61,94	E	PLANA	12	39,69	B
13	62,67	E	RECTA	13	41,86	B
14	58,52	E	RECTA	14	52,93	C
15	57,47	E	RECTA	15	38,80	B
16	63,00	E	RECTA	16	40,70	B
17	10,10	E	CURVA	17	50,38	C
18	10,87	E	CURVA	18	50,38	C
19	20,42	E	CURVA	19	39,47	B
20	18,00	E	CURVA	20	41,47	B
MEDIA	40,70	E		MEDIA	46,29	B
MAYOR	63,00	E		MAYOR	64,04	C
MENOR	10,10	E		MENOR	34,79	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

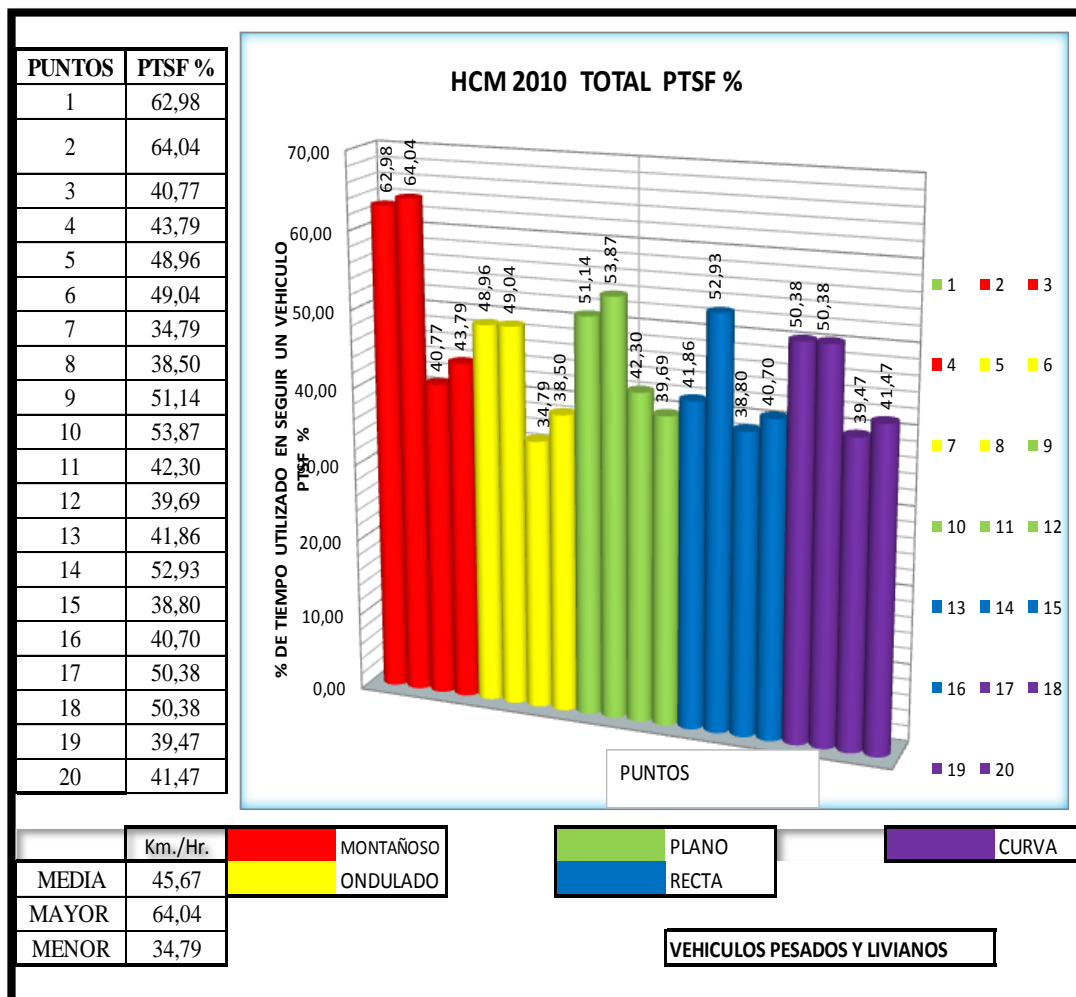
4.9.12.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la velocidad promedio es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que la velocidad promedio de viaje varía entre 10.10-63Km/hr. Teniendo una media de 35.38 Km./hr.

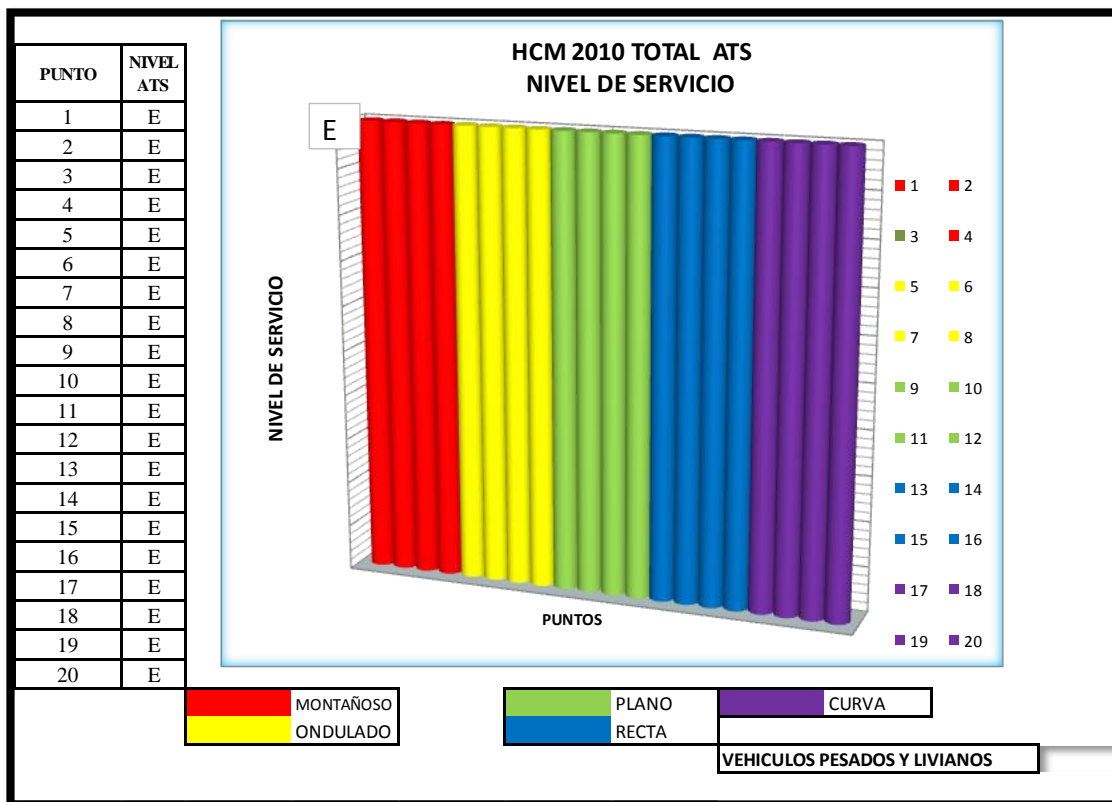
4.9.13.- CUADRO GENERAL DE PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad y nivel de servicio. Mostrando que el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo varía entre 34.79-64.04 %. Teniendo una media de 45.67 %PTSF.

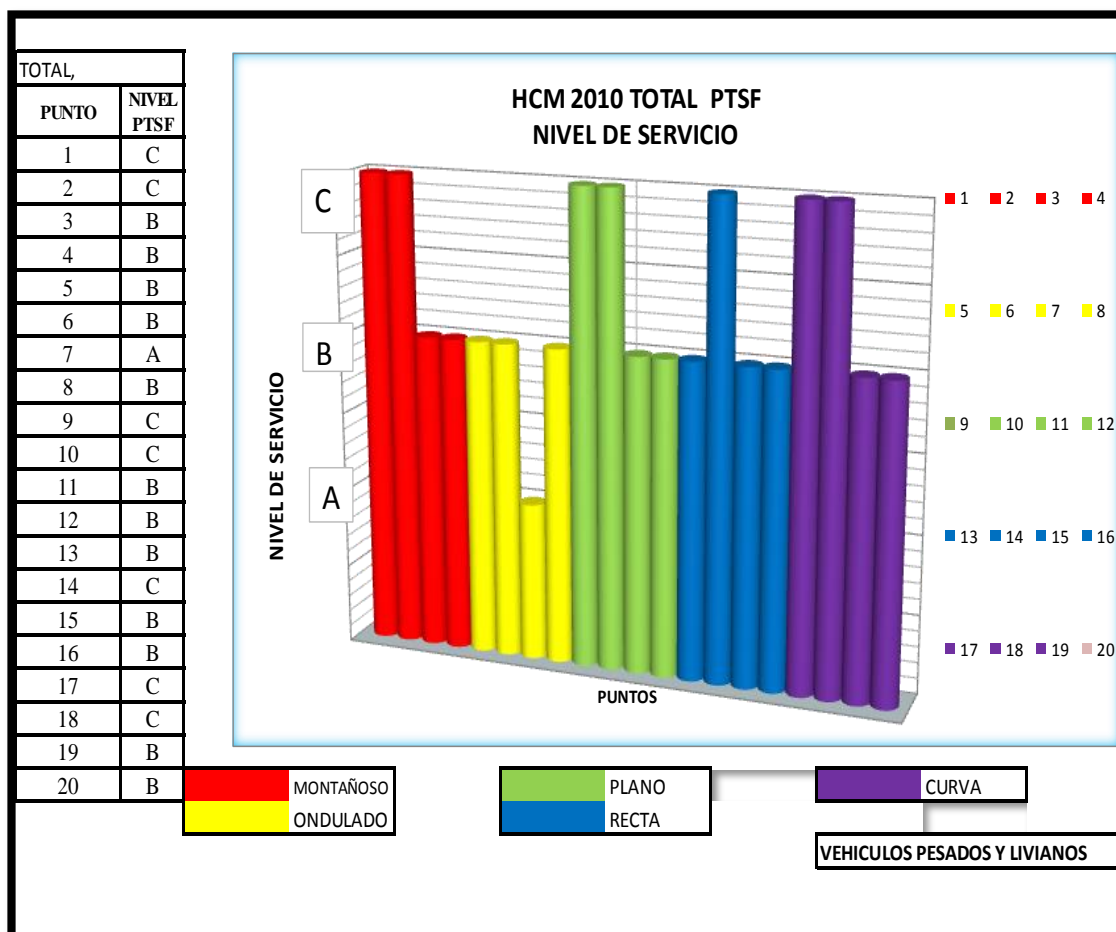
4.9.14.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)



FUENTE: CREACION PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E

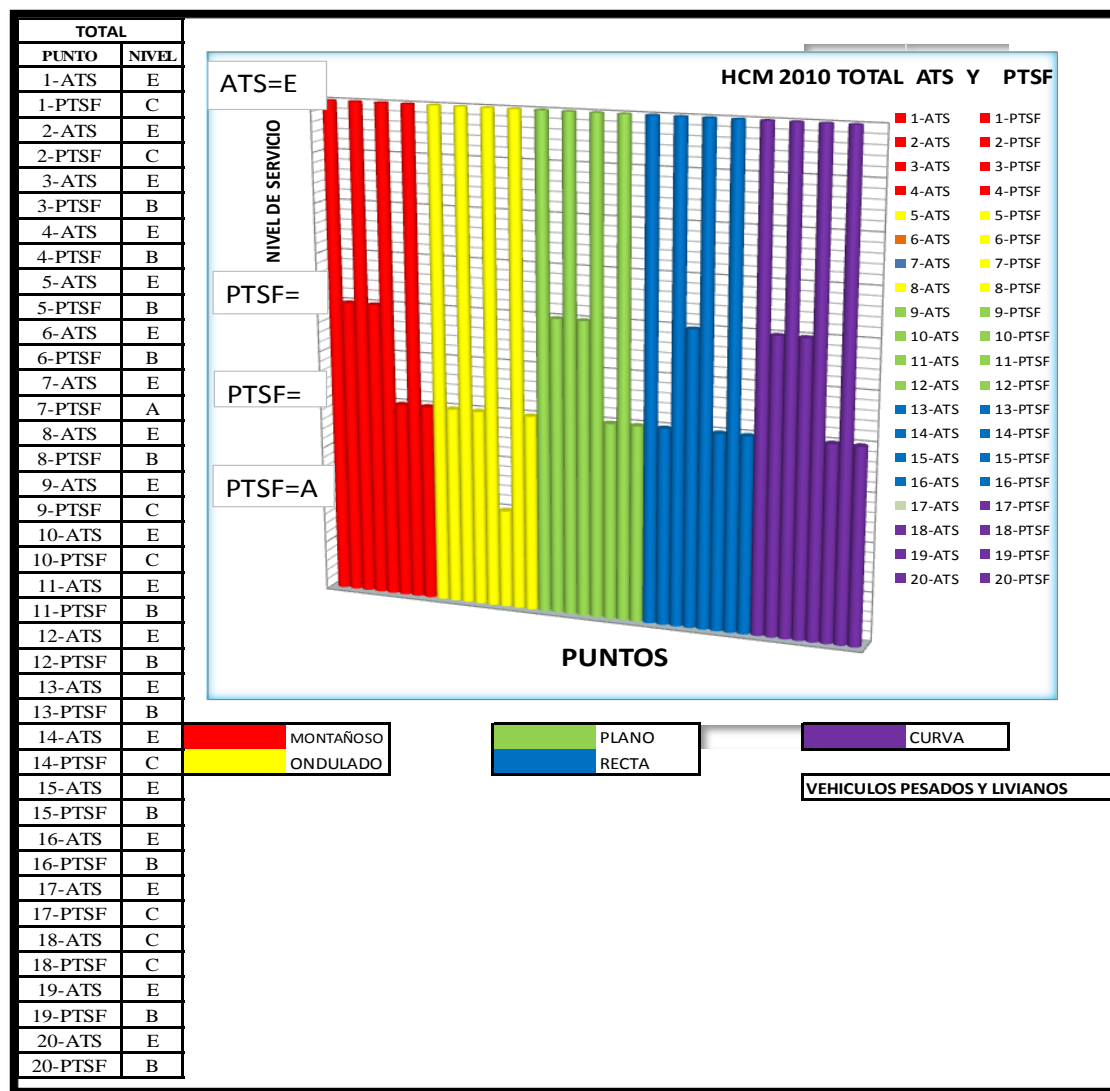
4.9.15.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar siete puntos C y un punto A, los cuales son significativos en las zonas montañosas, ondulada, recta y curva.

4.9.16.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHÍCULO



LO APLICANDO LA HCM 2010

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según (PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa un punto A en las zonas ondulado, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por último nos muestra un punto E en la zona curva

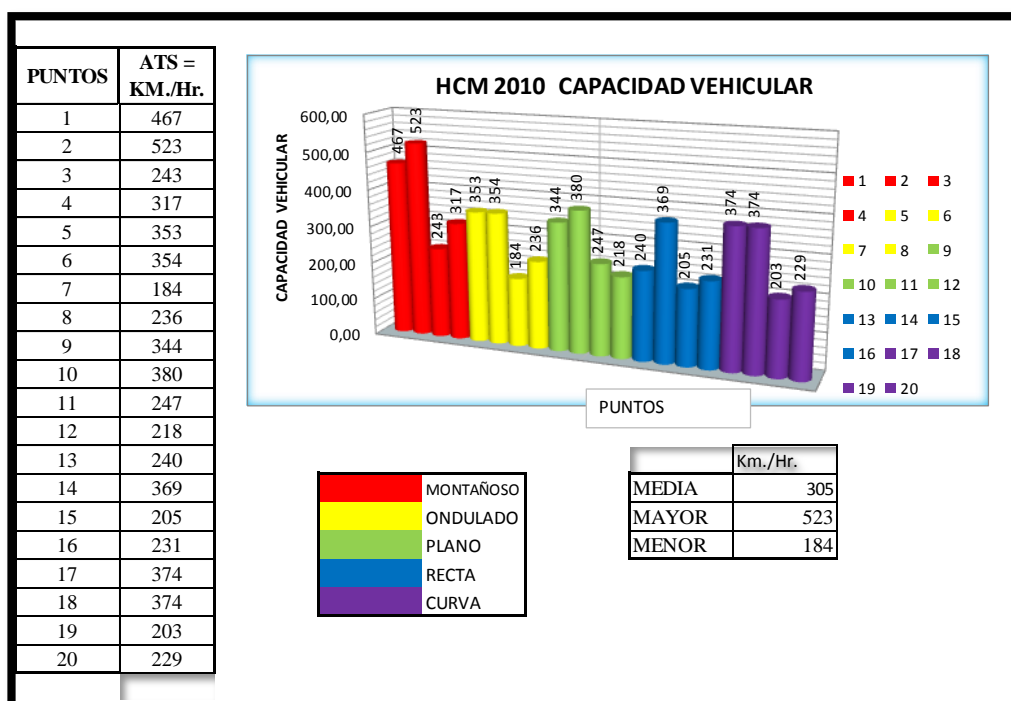
4.9.17.- TABLA GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)

RESULTADOS DEL HCM 2010			
CAPACIDAD VEHICULAR			
ZONA	PUNTO	VD	SENTIDO
MONTAÑOSA	1	467	Veh./hora
MONTAÑOSA	2	523	Veh./hora
MONTAÑOSA	3	243	Veh./hora
MONTAÑOSA	4	317	Veh./hora
ONDULADA	5	353	Veh./hora
ONDULADA	6	354	Veh./hora
ONDULADA	7	184	Veh./hora
ONDULADA	8	236	Veh./hora
PLANA	9	344	Veh./hora
PLANA	10	380	Veh./hora
PLANA	11	247	Veh./hora
PLANA	12	218	Veh./hora
RECTA	13	240	Veh./hora
RECTA	14	369	Veh./hora
RECTA	15	205	Veh./hora
RECTA	16	231	Veh./hora
CURVA	17	374	Veh./hora
CURVA	18	374	Veh./hora
CURVA	19	203	Veh./hora
CURVA	20	229	Veh./hora
0			
	MEDIA	305	Veh/hora
	MAYOR	523	Veh/hora
	MENOR	184	Veh/hora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehiculas varía entre 184-523Veh. /Hr. Teniendo una media de 305 Veh. /hr.

4.9.18.- CUADRO GENERAL DE CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANO)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular varía entre 184-523 Veh. /Hr. Teniendo una media de 305 Veh. /hr.

4.10.- ANÁLISIS DE RESULTADOS ENTRE LOS MÉTODOS HCM 2000 Y HCM 2010.

El Manual de Capacidad de las Carreteras (HCM) en sus versiones 2000 y 2010 nos permitió realizar un estudio de la capacidad y nivel de servicio en el tramo Falda La Queñua cruce San Lorenzo (Tarija) para evaluar la suficiencia y la calidad de servicio ofrecido por el sistema a los usuarios y la relación que existe entre la velocidad promedio de viaje con el nivel de servicio de estas normas.

Los sistemas viales analizados son de circulación continua, por lo que no tiene semáforos ni puntos de parada innecesarios, aclaramos que sí se cuentan con restricciones de velocidad pero en lugares de afluencia de personas como también con características geométricas del terreno. Para realizar los aforos volumétricos es importante previamente realizar un recorrido al tramo para poder identificar nuestros puntos en los cuales nos vamos a enfocar. El aforo en el caso del presente estudio se realizó enmarcado en el la normativa de la ABC, se hacen los registros vehiculares de 12hrs. al día durante un mes. La información necesaria a este aforo y sus resultados están reflejados en Anexos.

En el proceso de aplicación de las dos metodologías, los factores que inciden directamente en el cálculo de nivel de servicio varían, en el HCM 2000 utiliza el ATS (velocidad media de viaje) y el PTSF (tiempo empleado en seguimiento en %), para las carreteras de clase I. La velocidad es uno de los dos factores importantes en determinación del nivel de servicio con el HCM 2000 para carreteras tipo I.

**4.10.1.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA
APLICACIÓN DEL HCM 2000**

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS)						
PUNTOS	ATS = KM/Hr	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	8,29	E	MONTAÑOSA	1	46,41	B
2	5,44	E	MONTAÑOSA	2	48,45	B
3	11,49	E	MONTAÑOSA	3	41,50	B
4	9,88	E	MONTAÑOSA	1	45,15	B
5	7,19	E	ONDULADA	5	49,48	B
6	7,05	E	ONDULADA	6	49,77	B
7	10,89	E	ONDULADA	7	41,17	B
8	9,40	E	ONDULADA	8	47,41	B
9	17,72	E	PLANA	9	44,59	B
10	15,05	E	PLANA	10	46,28	B
11	20,05	E	PLANA	11	36,44	B
12	18,81	E	PLANA	12	34,20	A
13	21,39	E	RECTA	13	45,20	B
14	17,04	E	RECTA	14	45,15	B
15	25,19	E	RECTA	15	33,61	A
16	20,15	E	RECTA	16	35,52	B
17	11,10	E	CURVA	17	44,87	B
18	9,80	E	CURVA	18	46,72	B
19	13,76	E	CURVA	19	33,81	A
20	12,31	E	CURVA	20	37,75	B
MEDIA	13,60	E		MEDIA	42,67	B
MAYOR	25,19	E		MAYOR	49,77	B
MENOR	5,44	E		MENOR	33,61	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.10.2.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA
APLICACIÓN DEL HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2000 (PESADOS Y LIVIANOS)						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	38,51	E	MONTAÑOSA	1	46,41	B
2	36,31	E	MONTAÑOSA	2	48,45	B
3	42,36	E	MONTAÑOSA	3	41,50	B
4	41,85	E	MONTAÑOSA	1	45,15	B
5	42,12	E	ONDULADA	5	49,48	B
6	41,68	E	ONDULADA	6	49,77	B
7	46,41	E	ONDULADA	7	41,17	B
8	45,15	E	ONDULADA	8	47,41	B
9	57,33	E	PLANA	9	44,59	B
10	55,18	E	PLANA	10	46,28	B
11	57,92	E	PLANA	11	36,44	B
12	60,71	D	PLANA	12	34,20	A
13	62,08	D	RECTA	13	45,20	B
14	60,14	D	RECTA	14	45,15	B
15	58,88	E	RECTA	15	33,61	A
16	64,98	D	RECTA	16	35,52	B
17	41,35	E	CURVA	17	44,87	B
18	39,74	E	CURVA	18	46,72	B
19	44,71	E	CURVA	19	33,81	A
20	43,32	E	CURVA	20	37,75	B
MEDIA	49,04	E		MEDIA	42,67	B
MAYOR	64,98	D		MAYOR	48,45	B
MENOR	36,31	E		MENOR	34,20	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.10.3.-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA APLICACIÓN DEL
HCM 2010 (PESADOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2010 PESADOS						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	25,31	E	MONTAÑOSA	1	62,98	C
2	22,25	E	MONTAÑOSA	2	64,04	C
3	7,16	E	MONTAÑOSA	3	40,77	B
4	20,15	E	MONTAÑOSA	1	43,79	B
5	6,27	E	ONDULADA	5	48,96	B
6	7,25	E	ONDULADA	6	49,04	B
7	10,31	E	ONDULADA	7	34,79	A
8	8,36	E	ONDULADA	8	38,50	B
9	20,49	E	PLANA	9	51,14	C
10	18,28	E	PLANA	10	53,87	C
11	21,48	E	PLANA	11	42,30	B
12	20,04	E	PLANA	12	39,69	B
13	21,88	E	RECTA	13	41,86	B
14	15,42	E	RECTA	14	52,93	C
15	23,78	E	RECTA	15	38,80	B
16	18,17	E	RECTA	16	40,70	B
17	20,24	E	CURVA	17	50,38	C
18	19,06	E	CURVA	18	50,38	C
19	10,83	E	CURVA	19	39,47	B
20	28,31	E	CURVA	20	41,47	B
MEDIA	17,25	E		MEDIA	46,29	B
MAYOR	28,31	E		MAYOR	64,04	C
MENOR	6,27	E		MENOR	34,79	A

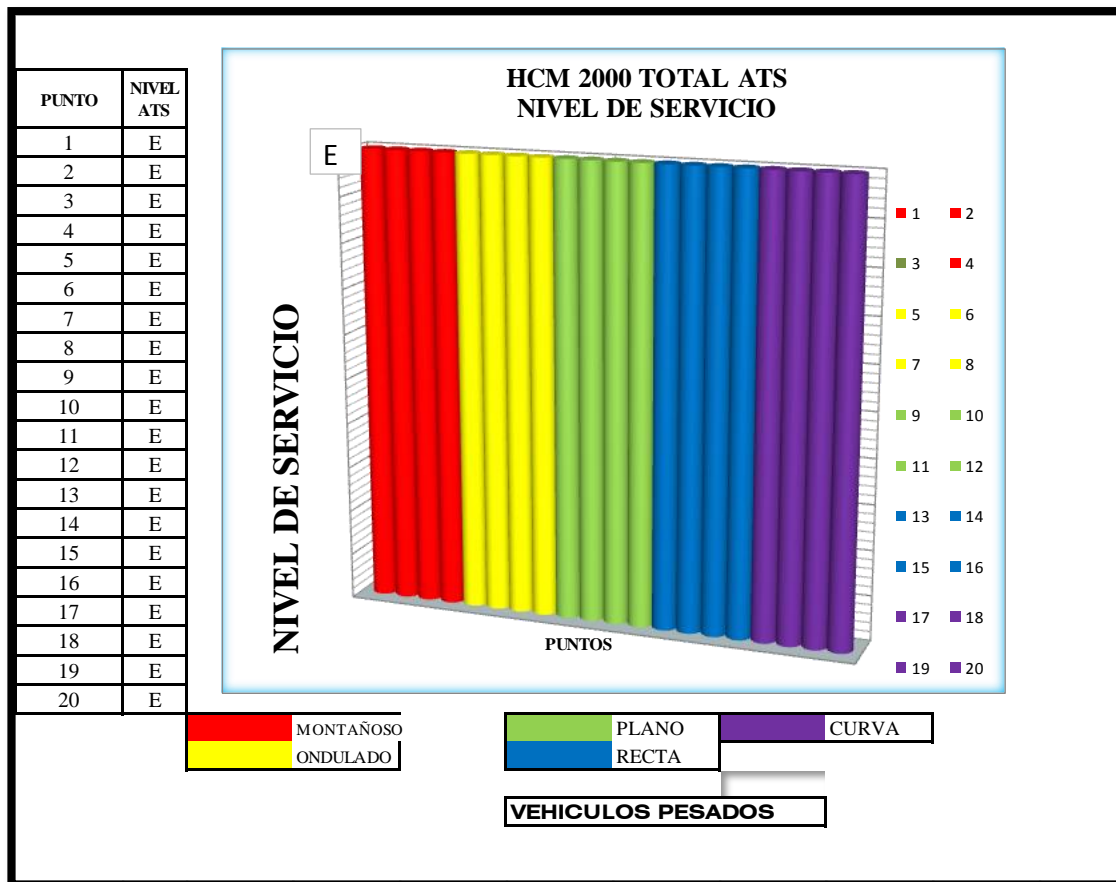
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**4.10.4-TABLA DE RESULTADOS GENERALES DE LA APLICACIÓN
DEL HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)**

RESULTADOS DEL HCM 2010 PESADOS Y LIVIANOS						
PUNTOS	ATS = KM/H	NIVEL	TIPO	PUNTO	PTSF %	NIVEL
1	25,00	E	MONTAÑOSA	1	62,98	C
2	27,00	E	MONTAÑOSA	2	64,04	C
3	23,07	E	MONTAÑOSA	3	40,77	B
4	25,36	E	MONTAÑOSA	1	43,79	B
5	41,20	E	ONDULADA	5	48,96	B
6	41,88	E	ONDULADA	6	49,04	B
7	45,83	E	ONDULADA	7	34,79	A
8	43,80	E	ONDULADA	8	38,50	B
9	60,10	E	PLANA	9	51,14	C
10	58,41	E	PLANA	10	53,87	C
11	59,35	E	PLANA	11	42,30	B
12	61,94	E	PLANA	12	39,69	B
13	62,67	E	RECTA	13	41,86	B
14	58,52	E	RECTA	14	52,93	C
15	57,47	E	RECTA	15	38,80	B
16	63,00	E	RECTA	16	40,70	B
17	10,10	E	CURVA	17	50,38	C
18	10,87	E	CURVA	18	50,38	C
19	20,42	E	CURVA	19	39,47	B
20	18,00	E	CURVA	20	41,47	B
MEDIA	40,70	E		MEDIA	46,29	B
MAYOR	63,00	E		MAYOR	64,04	C
MENOR	10,10	E		MENOR	34,79	A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

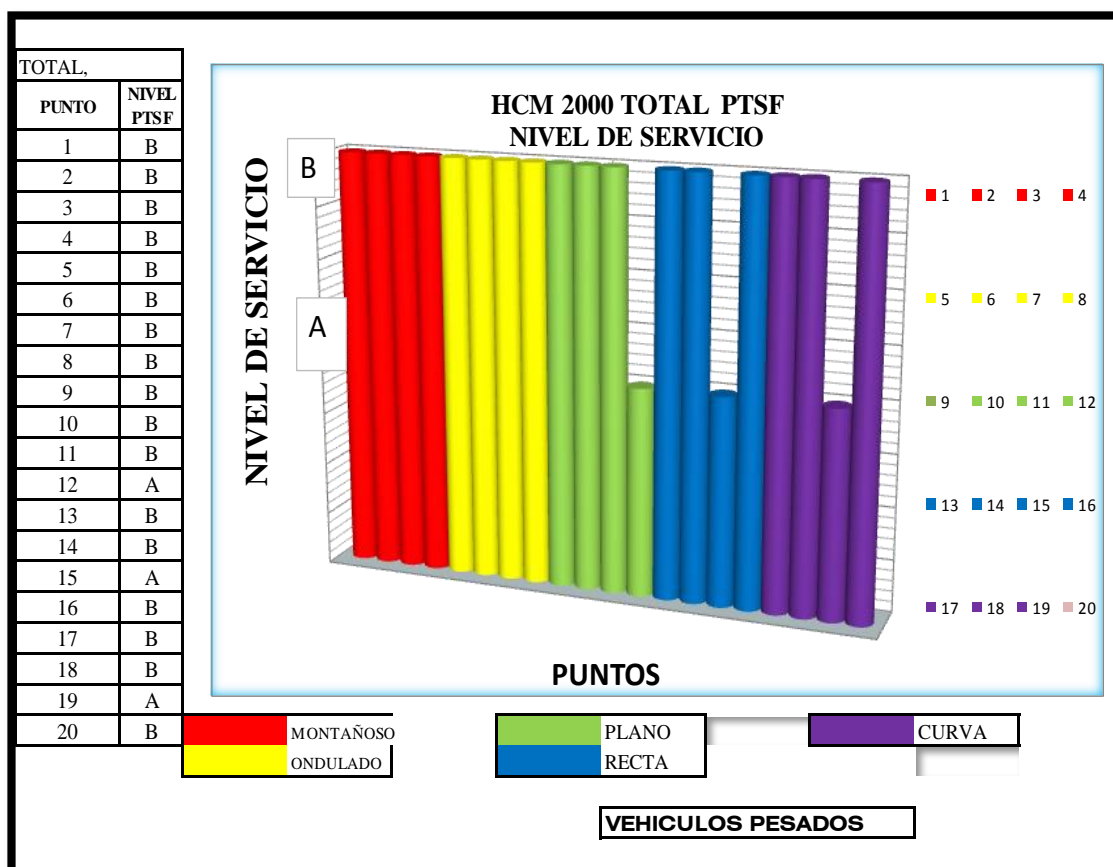
**4.10.5- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000
(PESADOS)**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E.

**4.10.6.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y
PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN
VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000
(PESADOS)**

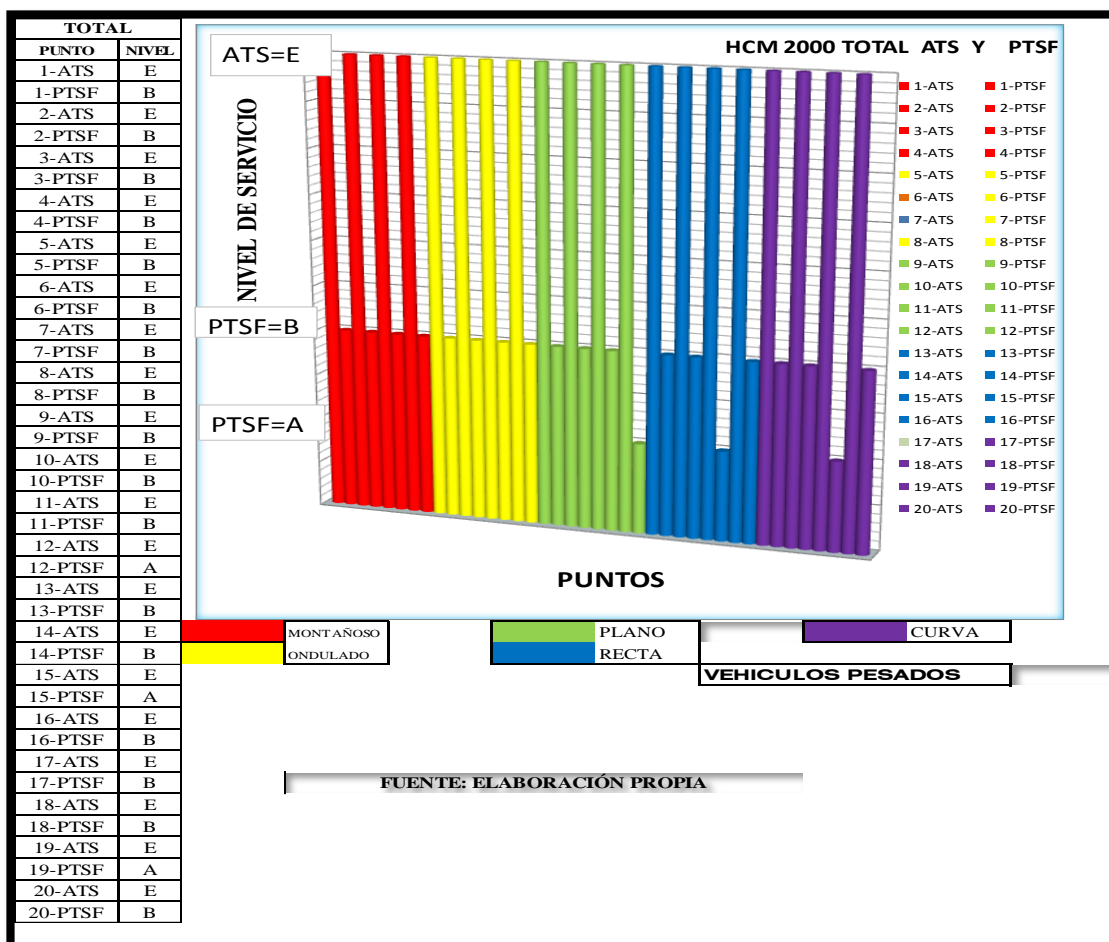


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar tres puntos A, los cuales son significativos en las zonas curva, ondulada y recta

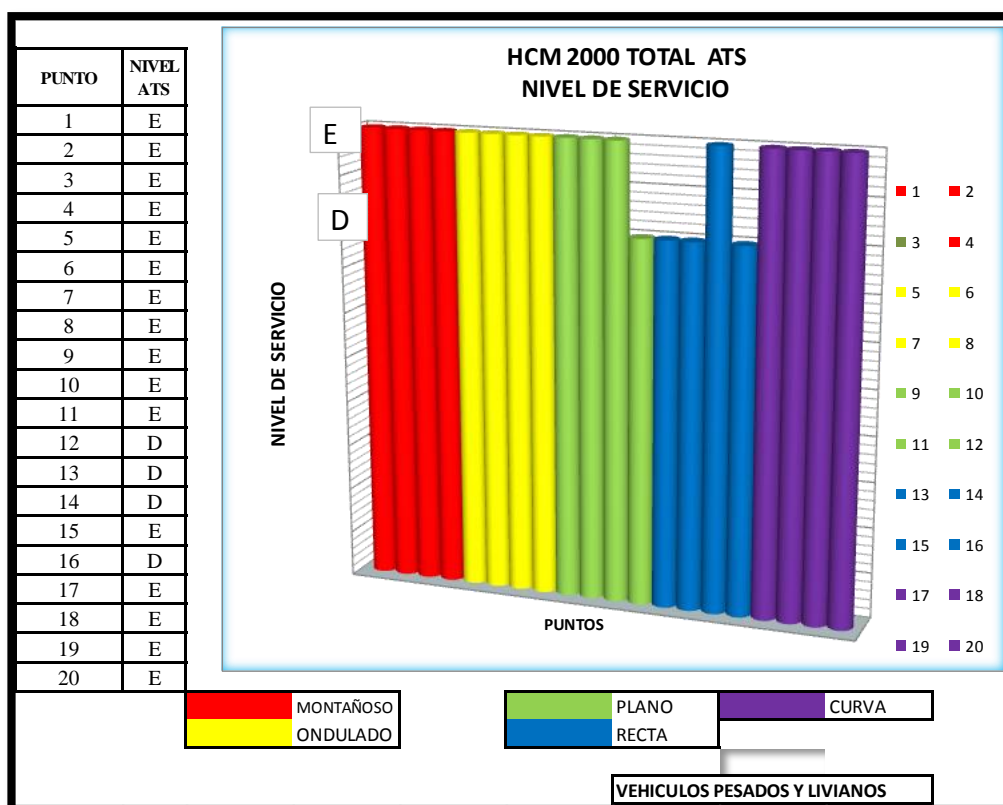
4.10.7.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000

PESADOS



Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa tres puntos A en las zonas ondulado, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

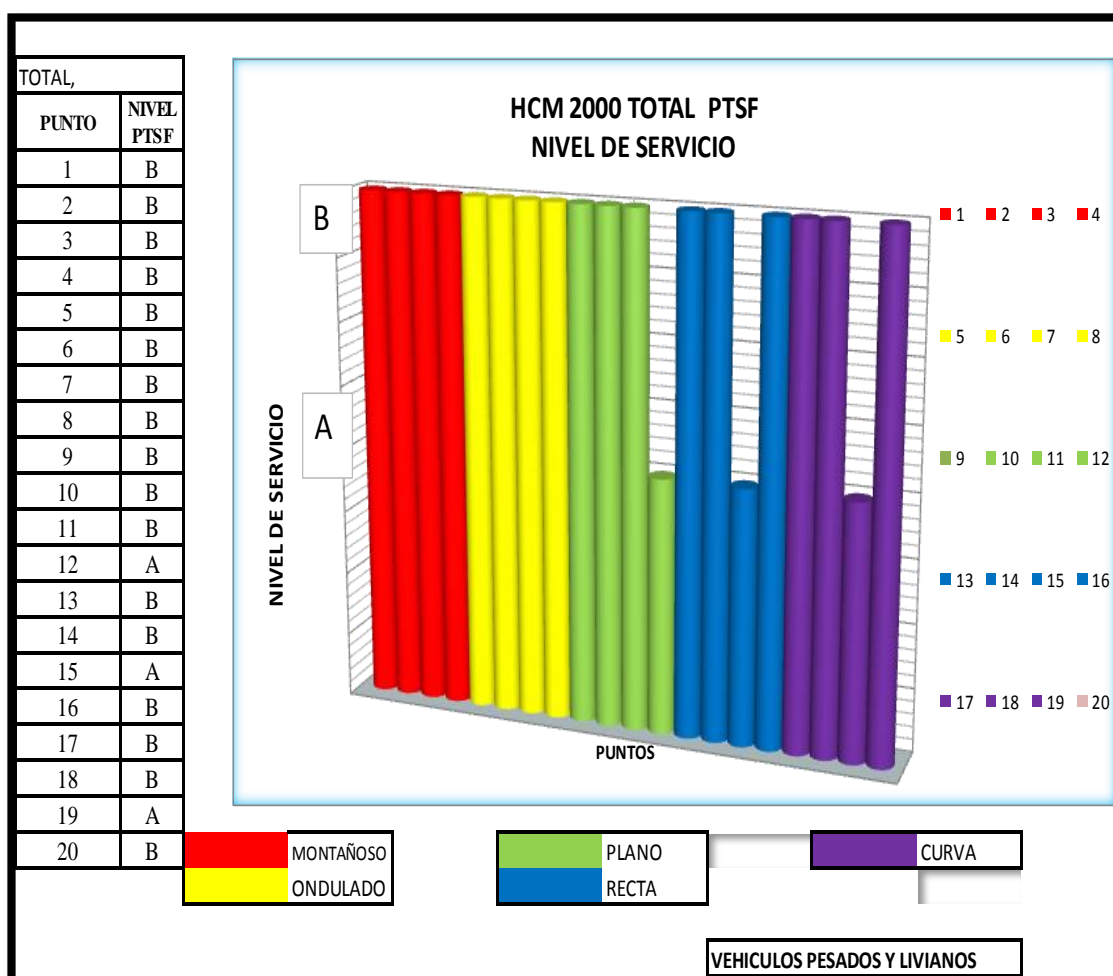
4.10.8.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2000 (PESADO Y LIVIANOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa vehículos pesados tomando como base el promedio de viaje clasifica a los tramos de estudio en NIVEL DE SERVICIO E independiente de las condiciones de plano, ondulado, montañoso, recto y curva. Mientras que en el análisis al conjunto de vehículos el nivel E se mantiene en 16 de los 20 puntos de análisis, solo 4 puntos suben a nivel D porque tienen una velocidad mayor a 60 Km/Hr.

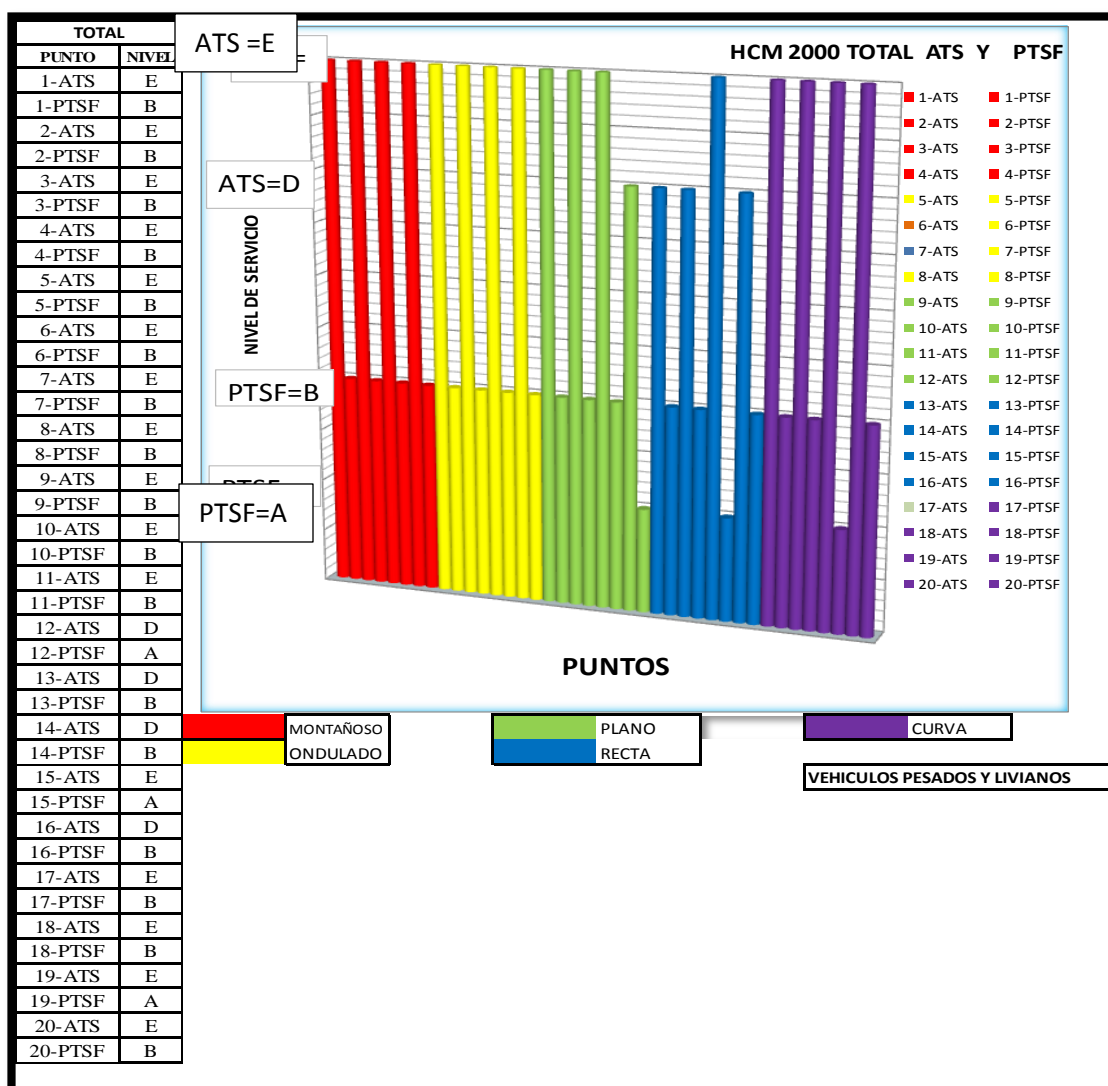
**4.10.9.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y
PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN
VEHICULO APLICANDO LA HCM 2000
(PESADOS Y LIVIANOS)**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar tres puntos A, los cuales son significativos en las zonas curva, ondulada y recta.

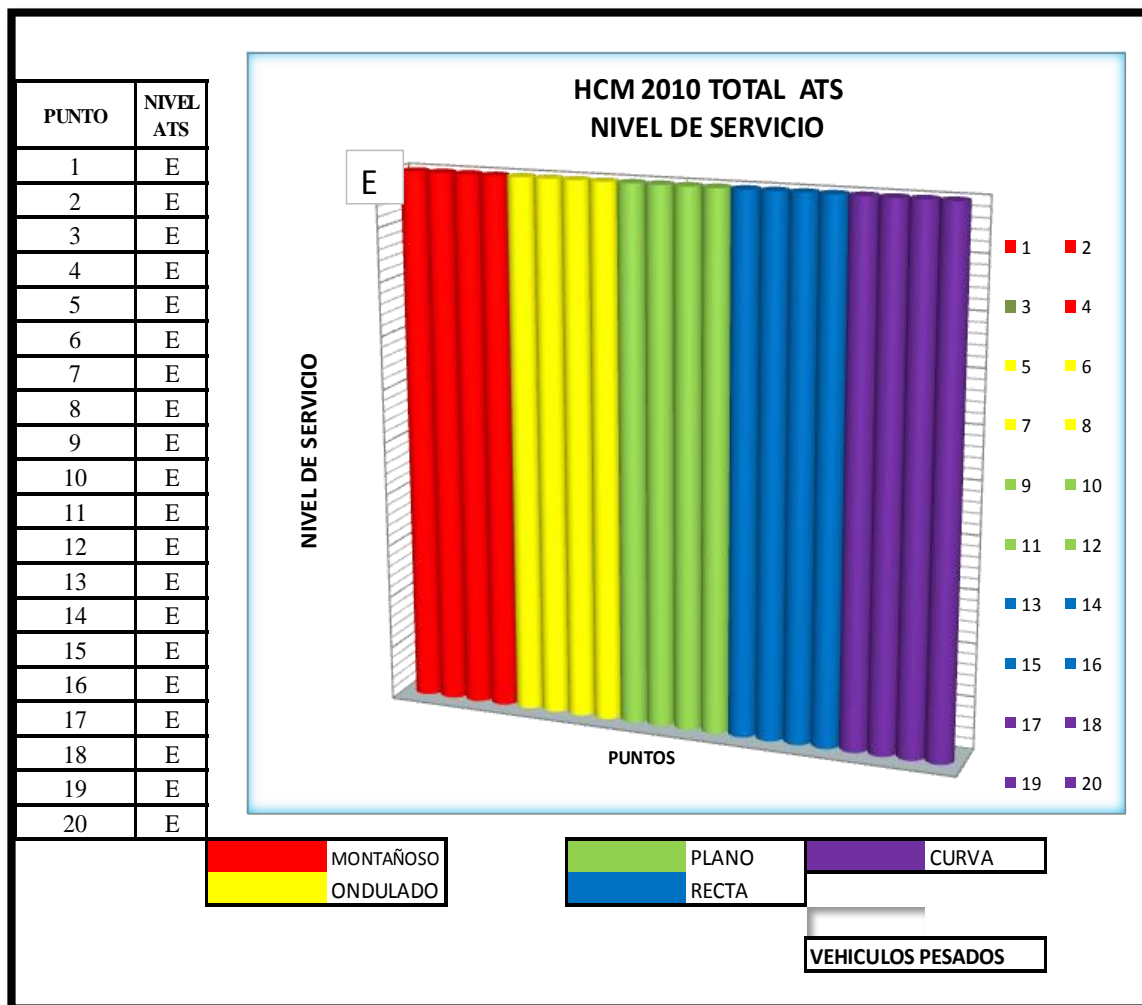
**4.10.10.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y
PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO
APLICANDO LA HCM 2000
(PESADOS Y LIVIANOS)**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según(PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa tres puntos A en las zonas ondulada, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

4.10.11.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS)

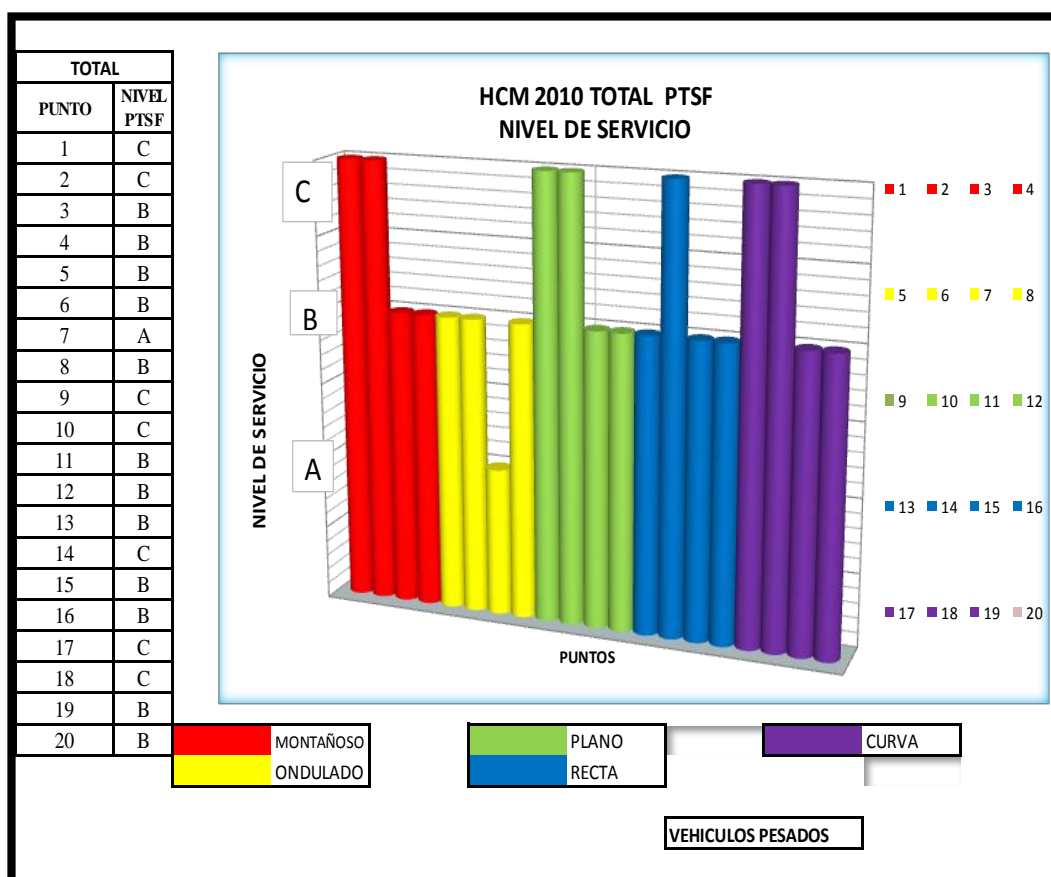


FUENTE: CREACION PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E

4.10.12.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010

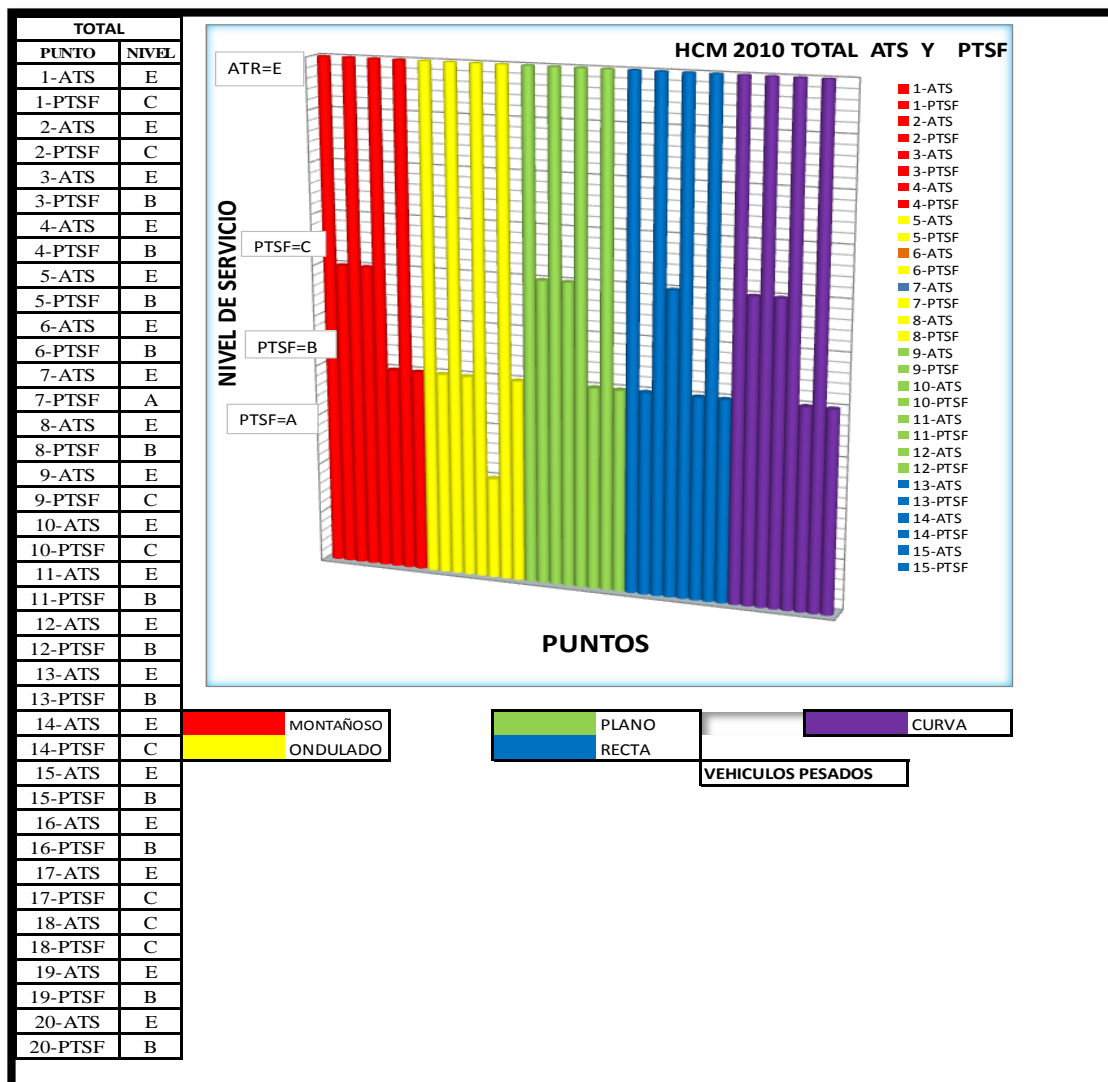
(PESADOS)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar siete puntos C y un punto A, los cuales son significativos en las zonas montañosas, ondulada, recta y curva.

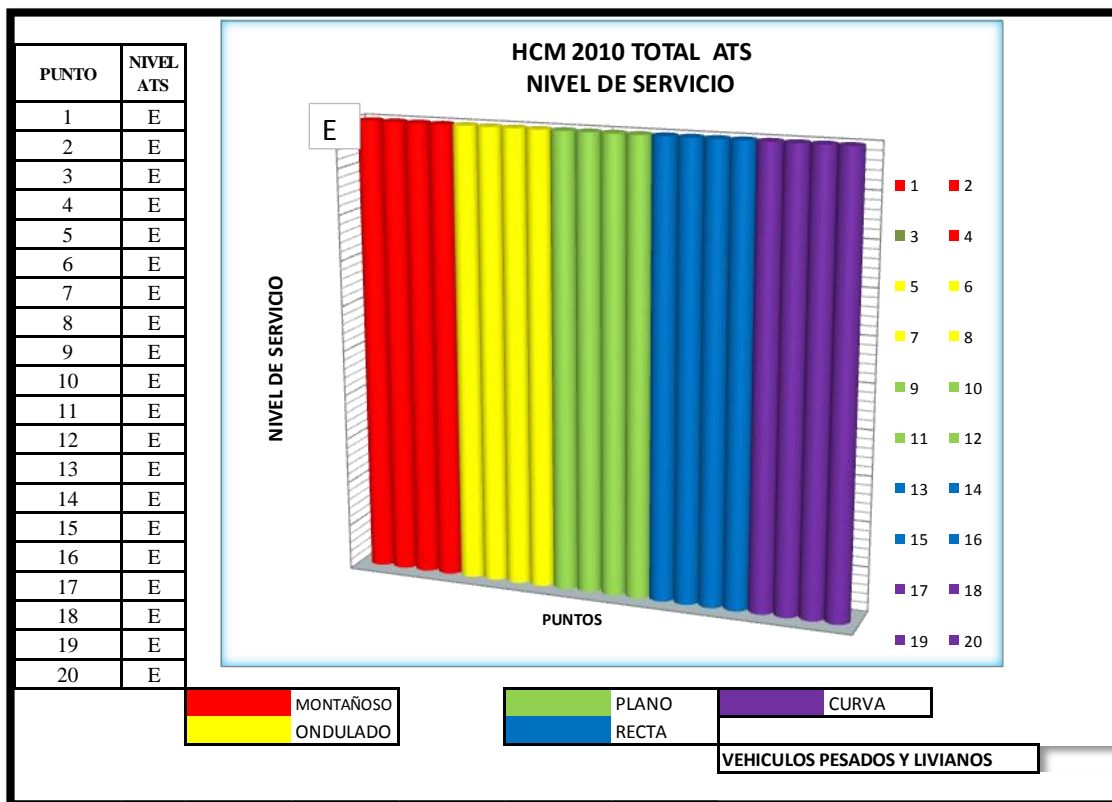
4.10.13.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según (PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulado, plana, recta y curva. También se observa uno punto A en las zonas ondulado, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por ultimo nos muestra un punto E en la zona curva

4.10.14.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE APLICANDO LA HCM 2010 (PESADOS Y LIVIANOS)

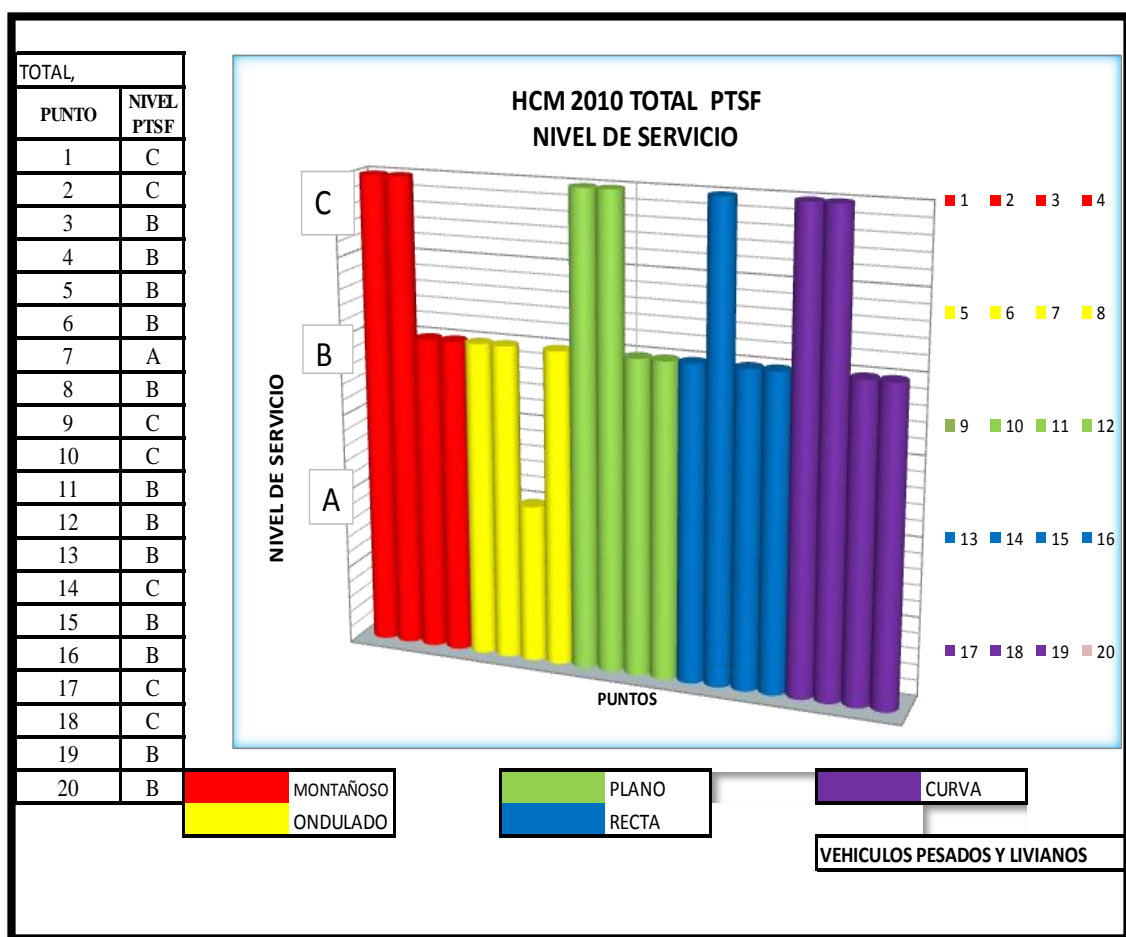


FUENTE: CREACION PROPIA

Aunque este nivel de servicio no sea el más deseado se puede observar, que el mismo se siente muy afectado puesto que es consistente debido a la pendiente de la rampa de estudio en el punto E

4.10.15.- CUADRO GENERAL DE NIVEL DE SERVICIO Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHICULO APLICANDO LA HCM 2010

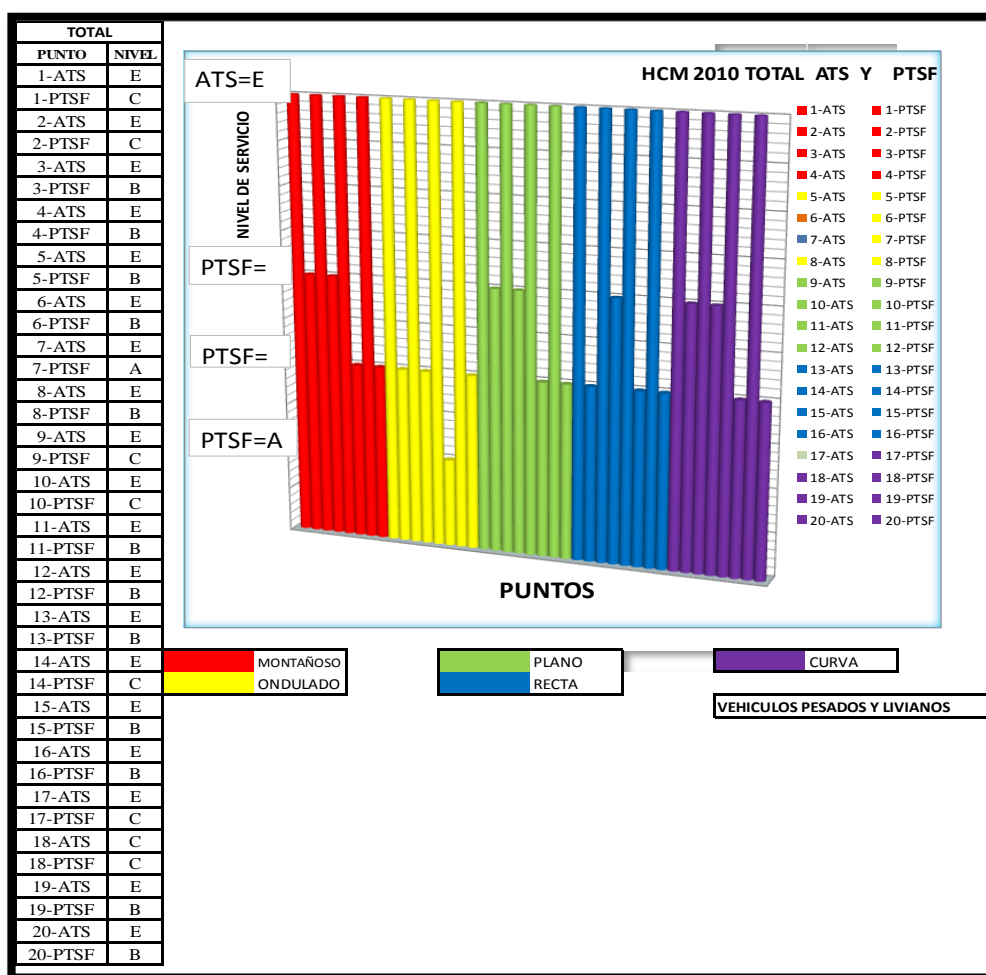
(PESADOS Y LIVIANO)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B, aunque también se puede observar siete puntos C y un punto A, los cuales son significativos en las zonas montañosas, ondulada, recta y curva.

4.10.16.- CUADRO GENERAL DE VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE Y PORCENTAJE DE TIEMPO UTILIZADO EN SEGUIR UN VEHÍCULO APLICANDO HCM 2010 (PESADO Y LIVIANO)



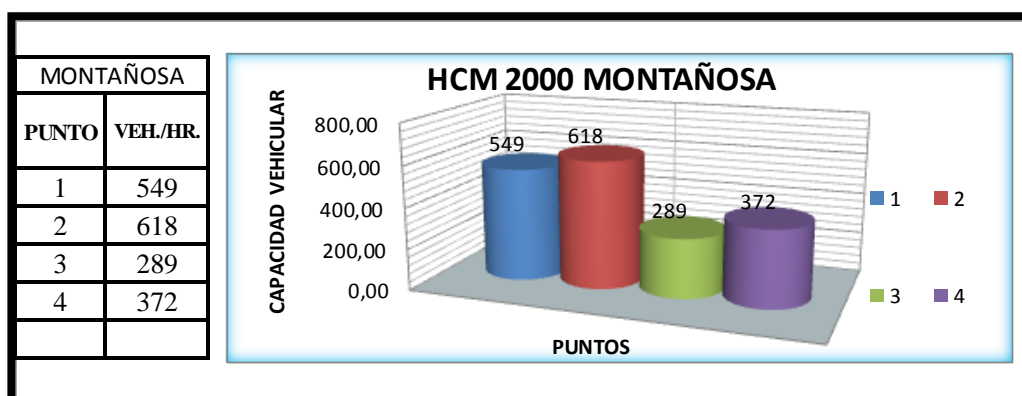
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los indicadores nos muestran el mismo nivel de servicio crítico B según (PTSF), en todas las zonas tanto montañosas, ondulada, plana, recta y curva. También se observa un punto A en las zonas ondulada, y recta que se puede observar notoriamente, otro punto significativo es el E según (ATS) donde se observa una consistencia, y por último nos muestra un punto E en la zona curva

CAPACIDAD VEHICULAR HCM 2000

- VEHICULOS PESADOS
- VEHICULOS PESADOS Y LIVIANOS

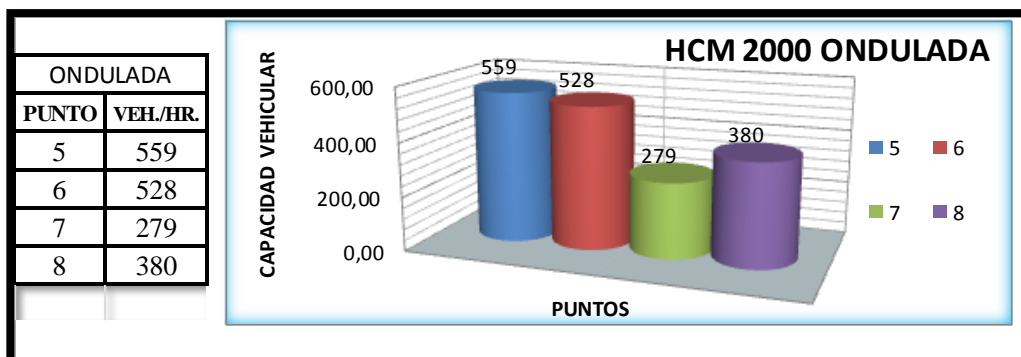
4.11.1.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 EN ZONA MONTAÑOSA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición montañosa, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 289-618 Veh./Hr., un valor medio de 457 Veh./Hr.

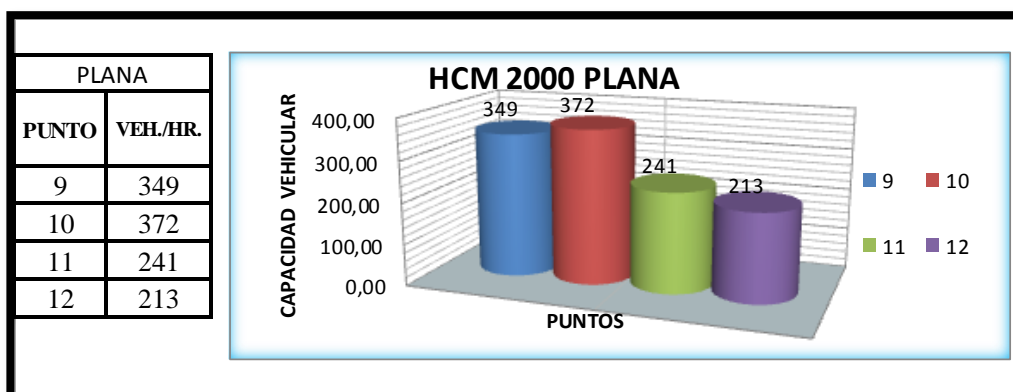
4.11.2.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 EN ZONA ONDULADA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición ondulada, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 279-559 Veh./Hr., y un valor medio de 437 Veh./Hr.

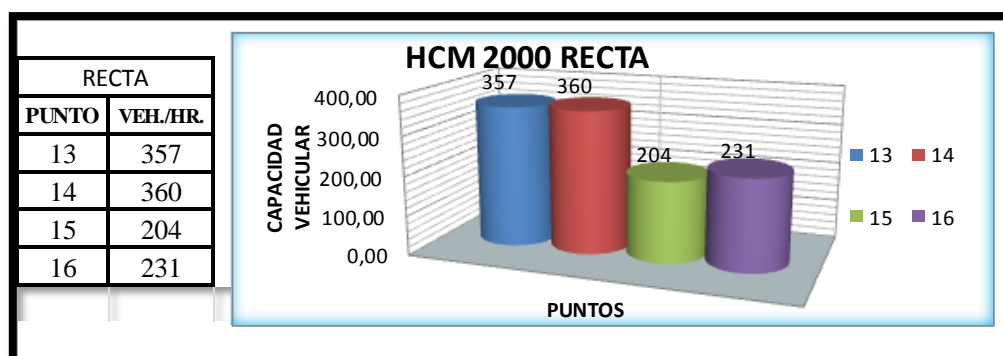
4.11.3.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 EN ZONA PLANA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición plana, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 213-372 Veh./Hr., un valor medio de 294 Veh./Hr.

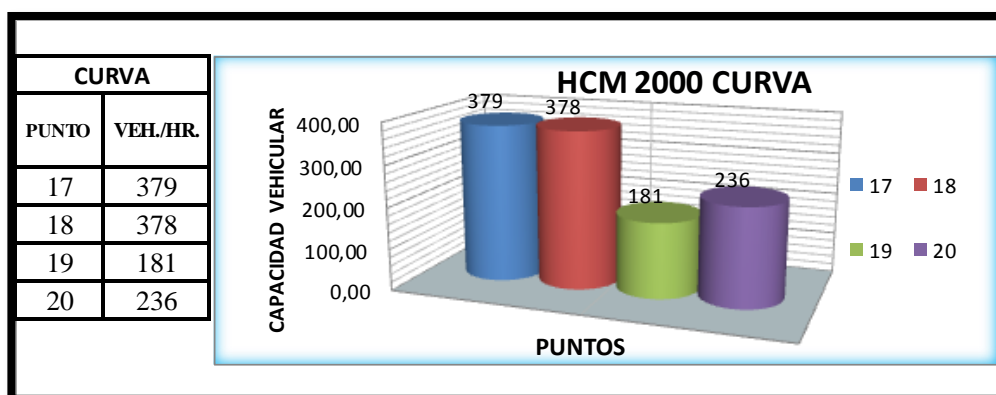
4.11.4.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 EN ZONA MONTAÑOSA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición recta, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 204-360 Veh./Hr., un valor medio de 288 Veh./Hr.

4.11.5.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2000 EN ZONA MONTAÑOSA



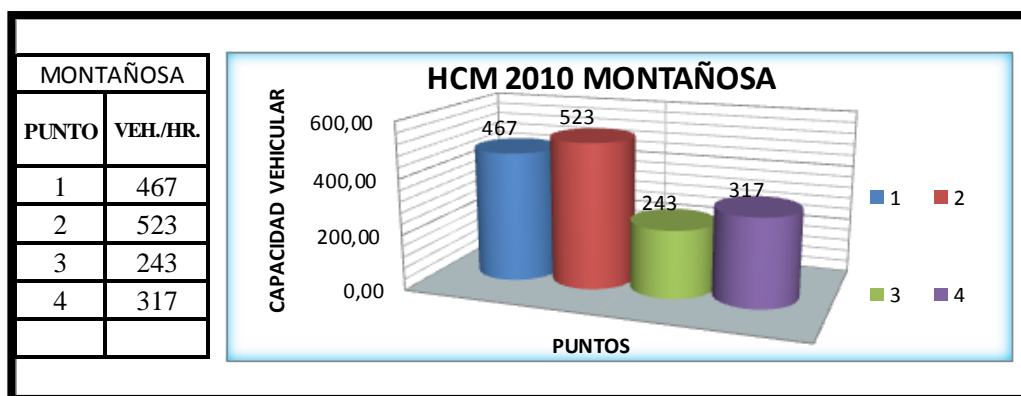
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición curva, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 181-379 Veh./Hr., un valor medio de 294 Veh./Hr.

CAPACIDAD VEHICULAR HCM 2010

- VEHICULOS PESADOS
- VEHICULOS PESADOS Y LIVIANOS

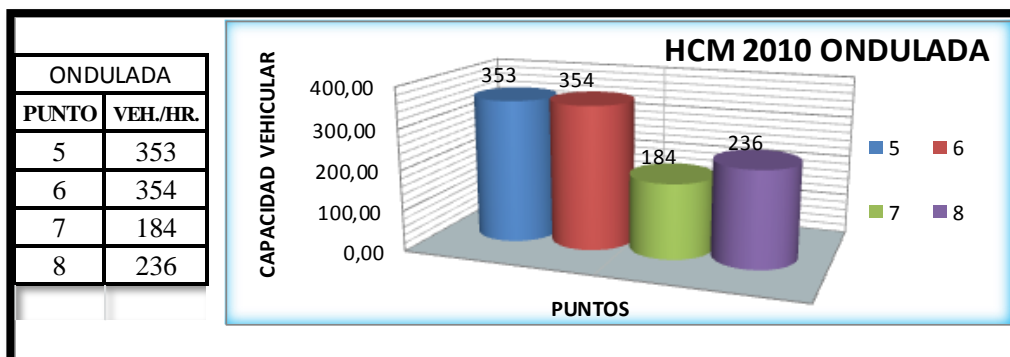
4.11.6.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 EN ZONA MONTAÑOSA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición montañosa, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 243-523 Veh./Hr., un valor medio de 388 Veh./Hr.

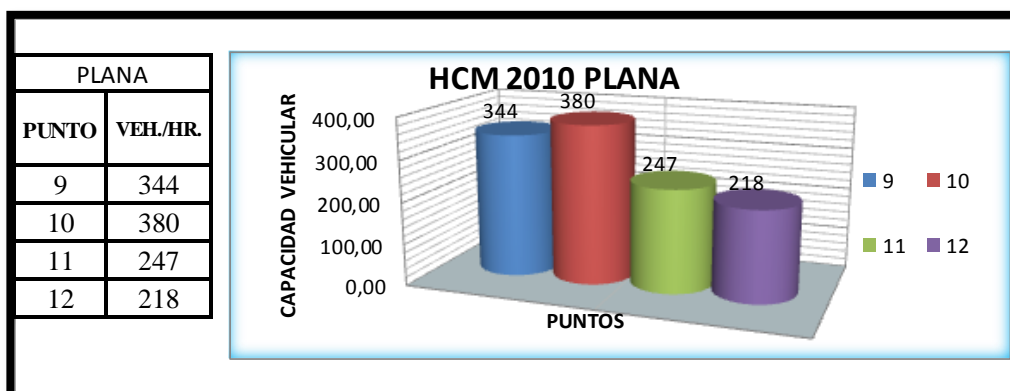
4.11.7.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 EN ZONA ONDULADA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición ondulada, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 184-354 Veh./Hr. un valor medio de 282 Veh./Hr.

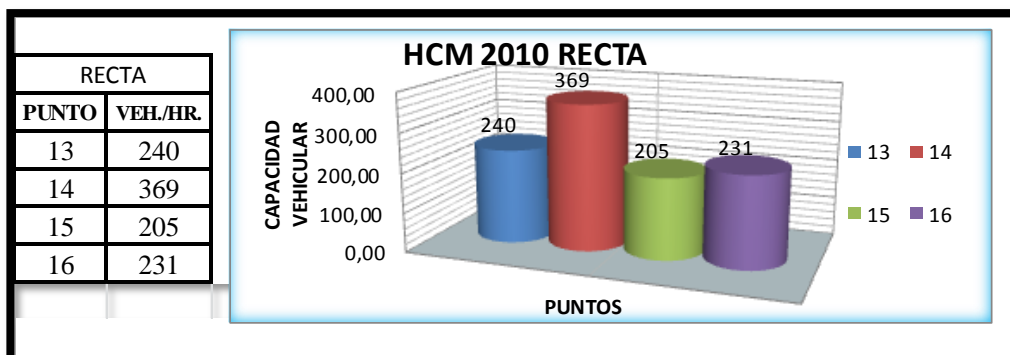
4.11.8.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 EN ZONA PLANA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición plana, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 218-380 Veh./Hr., un valor medio de 297 Veh./Hr.

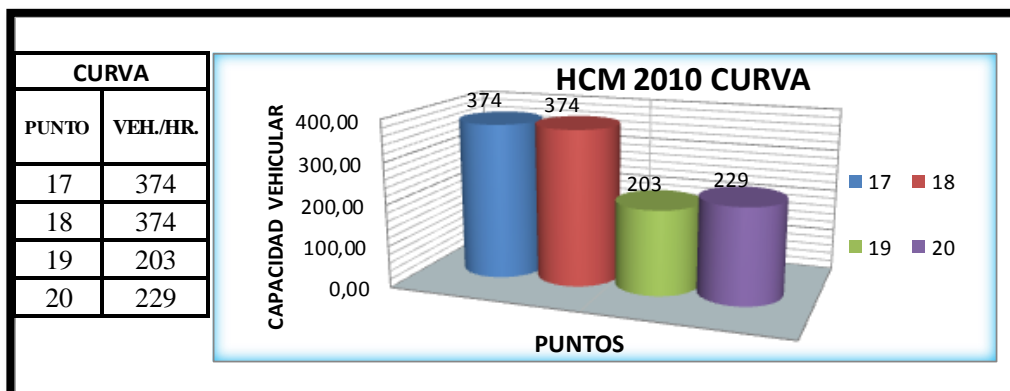
4.11.9.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 EN ZONA RECTA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición recta, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 205-369 Veh./Hr., un valor medio de 261 Veh./Hr.

4.11.10.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA HCM 2010 EN ZONA CURVA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La capacidad vehicular en los puntos de estudio de condición curva, es muy variable probablemente por el tipo de vehículos aforados ya que está en un rango de 203-374 Veh./Hr., un valor medio de 295 Veh./Hr.

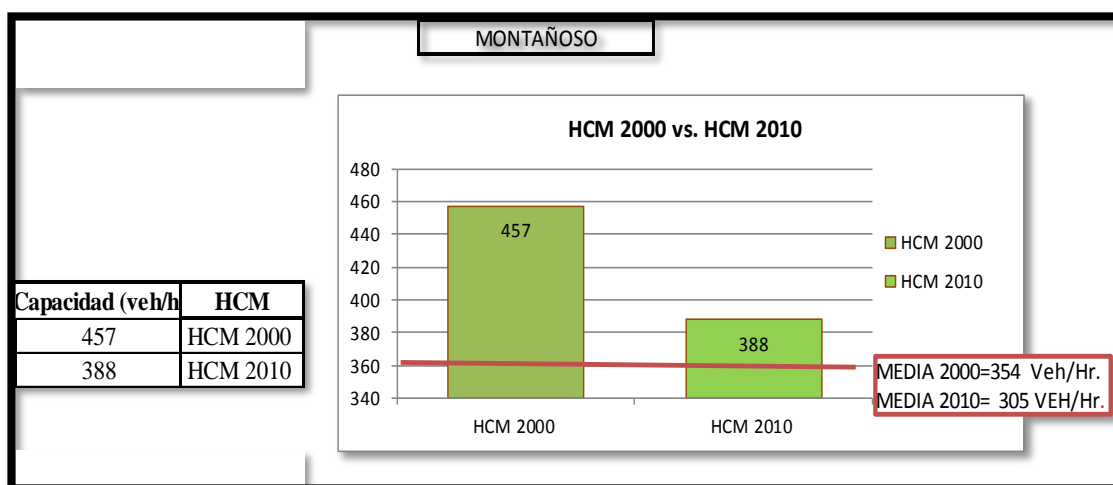
REALIZANDO UNA COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD OBTENIDA POR EL HCM 2000 Y HCM 2010 PODEMOS OBSERVAR EL SIGUIENTE COMPORTAMIENTO:

SE ANALISO CON LAS MEDIAS

4.11.11.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR DE VEHÍCULOS

PESADOS

PESADOS - LIVIANOS

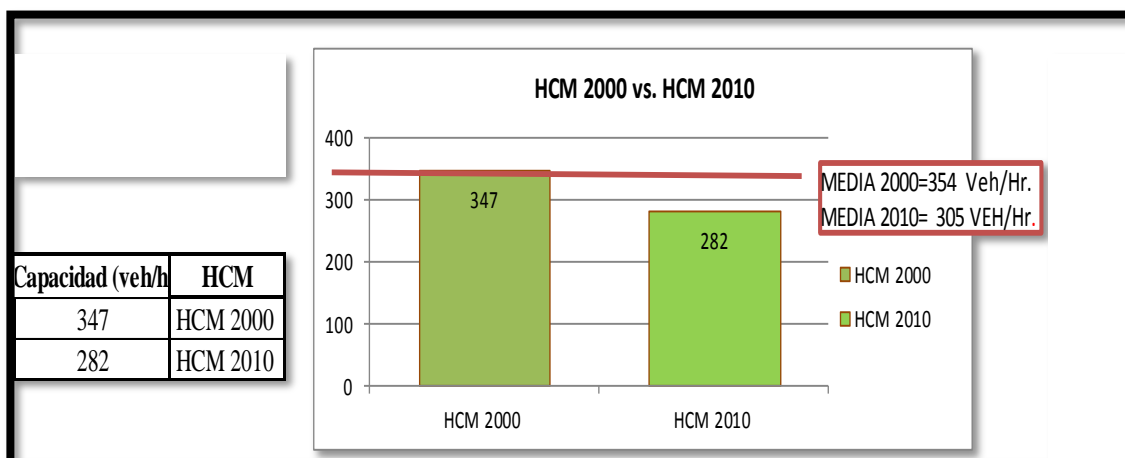


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular en la HCM 2000 es mayor que HCM 2010 ambas capacidades están por encima de las medias generales

4.11.12.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR DE VEHÍCULOS PESADOS Y PESADOS - LIVIANOS

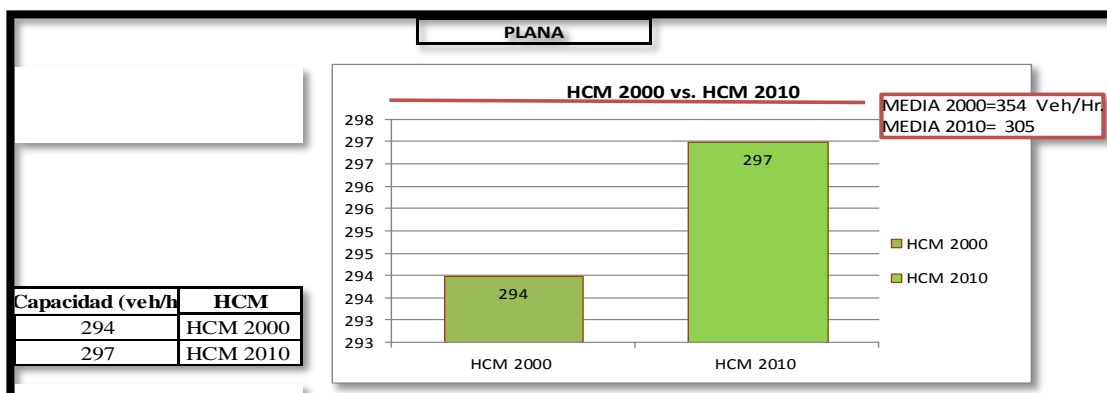
ONDULADO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular en la HCM 2000 es mayor que HCM 2010. La capacidad HCM 2000 es mayor que la media HCM 2010 y menor HCM 2000 general y la media de HCM 2010 es menor que las medias generales

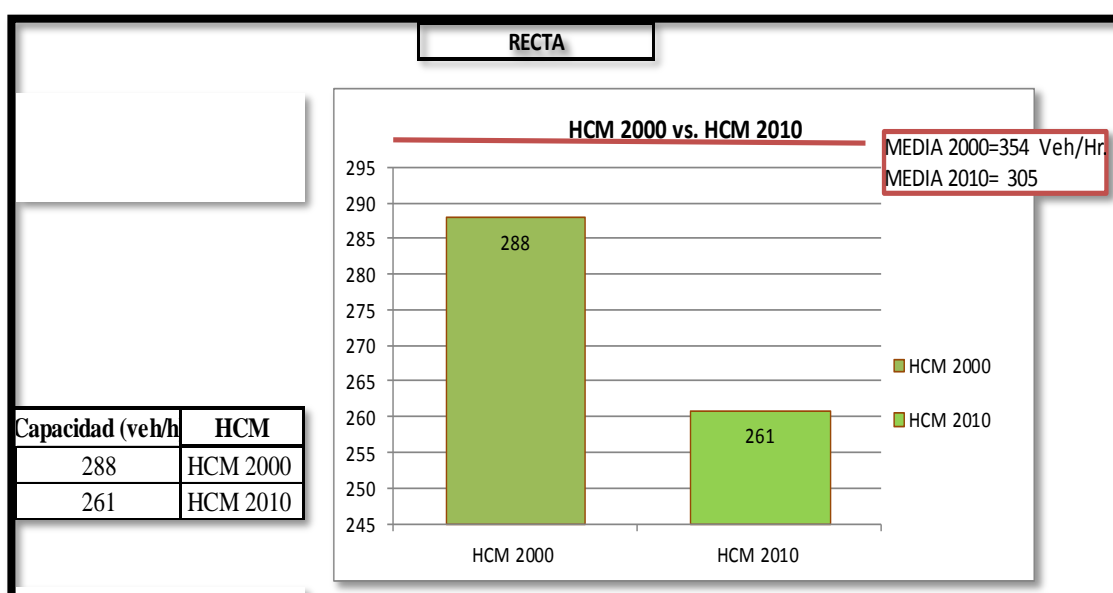
4.11.13.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR DE VEHÍCULOS PESADOS Y PESADOS - LIVIANOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular en la HCM 2000 es menor que HCM 2010 y ambas medias son menores que la media general de cada HCM

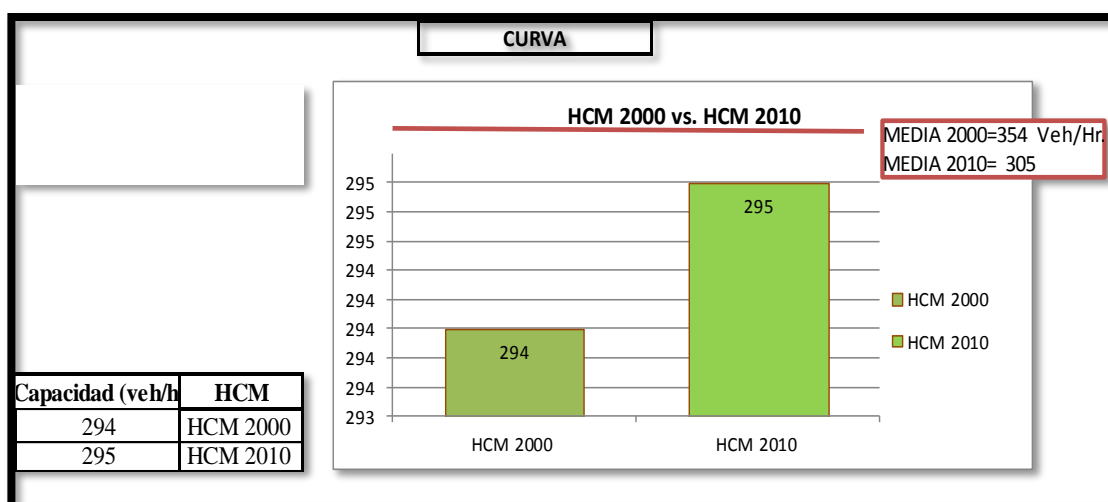
4.11.14.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR DE VEHÍCULOS PESADOS Y PESADOS - LIVIANOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular en la HCM 2000 es mayor que la media HCM 2010 y ambas medias son menores que la media general

4.11.15.- CUADRO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR DE VEHÍCULOS PESADOS Y PESADOS – LIVIANOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de nuestra área de estudio muestran que la capacidad vehicular es muy variable dependiendo de la condición geométrica del tramo, es decir la presencia de curvas y pendientes influye en el comportamiento de los vehículos resultando influyente en la determinación de la capacidad. Mostrando que la capacidad vehicular en la HCM 2000 es menor que la media HCM 2010 y ambas medias son menores que la media general

CONCLUSIONES

Se establece lo siguiente:

- El análisis de la capacidad vehicular por el método HCM 2010 nos da como resultado que las capacidades están en un rango de 184-523 Veh./Hr. si el análisis se realiza al espectro de vehículos pesados y los mismos valores, si el espectro se amplía al conjunto total de los vehículos .
- Con fines comparativos para la aplicación del HCM 2000 los resultados de capacidad son levemente mayores para el espectro de vehículos pesados de 181-618 Veh./Hr. el mismo que no varía en el método para el espectro de todo el conjunto de vehículos.
- En la HCM 2000 en el análisis del comportamiento de los vehículos pesados el promedio de viaje varía entre 5.54 y 25.19 Km/h teniendo una media de 13.60 Km/Hr. siendo la velocidades más altas en tramos rectos y planos, mientras las bajas en tramo ondulados y montañosos. Mientras que haciendo el análisis del conjunto de vehículos que circulan por el tramo de estudio varían de 36,31 a 64,98 Km/Hr.
- La HCM 2000 en el análisis al espectro de vehículos pesados tomando como base el promedio de viaje clasifica a los tramos de estudio en NIVEL DE SERVICIO E independiente de las condiciones de plano, ondulado, montañoso, recto y curva. Mientras que en el análisis al conjunto de vehículos el nivel E se mantiene en 16 de los 20 puntos de análisis, solo 4 puntos suben a nivel D porque tienen una velocidad mayor a 60 Km/Hr.

- La HCM 2000 tomando como base el % para seguir un vehículo clasifica a los tramos en estudio en el nivel de servicio B excepto en tramo curva en nivel de servicio A, el mismo que no cambia se toma para el análisis todo el conjunto de vehículos.
- En la HCM 2010 para el espectro de vehículos pesados el promedio de viaje varía entre 6.27-25.31 Km/Hr. teniendo una media de 17.25 Km/Hr. siendo las velocidades más altas en tramos rectos y planos mientras las más bajas en tramos ondulados y montañosos. Mientras si se analiza el espectro total de vehículos se incrementa a un rango de 10,10-63.00 Km/Hr.
- El HCM 2010 en el análisis del espectro de vehículos pesados, tomando el % de tiempo utilizado para seguir un vehículo varía entre 34,79-64,04 % teniendo una media de 46,29% no teniendo una significancia considerable el tipo de tramo. Mientras que si se analiza el espectro total el porcentaje no varía con respecto al espectro de vehículos pesados.
- El HCM tomando como base el promedio de viaje clasifica a los tramos de estudio en Nivel de Servicio E independiente de tipo de tramo ondulado, montañoso, plano, recto ó curva, para el análisis del espectro de tráfico pesado si se toma el espectro total el nivel de servicio sube a un nivel B.

- El HCM 2010 tomando como base el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo clasifica a los tramos en estudio en Nivel de Servicio C, independiente del tipo de tramo, bajando parcialmente a B en tramos rectos, para el espectro de vehículos pesados, si analizamos para el espectro total de vehículos suben los Niveles de servicio A, B o C.
- Como conclusión final indicamos de la metodología de HCM 2000 y HCM2010 tienen diferencias procedimentales que en definitiva pueden hacer variar la capacidad final y el nivel de servicio por lo que el proyectista de un proyecto debe tomar una decisión oportuna. Al no tener nuestro país una norma para la determinación de la capacidad y Nivel de servicio propio, los métodos del HCM serán los que puedan ser utilizados pero para valorizar y aplicar los resultados deben analizarse cuidadosamente de manera que no sean valores fuera de la realidad.
- Para nuestro estudio los valores de capacidad son resultados confiables y coherentes, sin embargo los niveles de servicio solo podrán aceptarse los que se obtienen en los manuales HCM 2000 y 2010 considerando como base “El porcentaje de tiempo utilizado en seguir al vehículo.”

RECOMENDACIONES.-

- Es recomendable siempre trabajar con datos obtenidos en campo puesto que existen datos que se pueden asumir en función a experiencias de otras carreteras pero que tal vez no sean los más adecuados para nuestro tramo en estudio.
- Se recomienda realizar los aforos por lo menos 12 horas ya que se comprueba que hay variación horaria en los volúmenes de tráfico.
- Se recomienda utilizar el método HCM 2000 y HCM 2010 indistintamente ya que los resultados son bastante parecidos a pesar de las distintas metodologías.